

Ночные диалоги

Комментарий автора

Мне позвонили из телецентра и пригласили участвовать в программе «Ночные диалоги», которую вел известный телеведущий Александр Гордон. Незадолго до этого вышла моя книга «Феномен жизни». Имелось в виду построить разговор вокруг этой темы. Собеседником был Сергей Дмитриевич



Варфоломеев. Тогда он возглавлял кафедру химической энзимологии МГУ, сейчас — директор Института биохимической физики, член-корреспондент РАН. Телепередача шла в первом часу ночи. Даже в это неурочное время ее многие смотрели, причем не только интересующиеся темой. Успех шоу состоял в том, что людям было интересно наблюдать чудаков, которые увлеченно говорили, часто спорили, о непонятных, но верилось, действительно важных вещах: оказывается этим тоже можно заниматься. Участникам передачи тоже было интересно. Во-первых, это был прямой эфир. Это совершенно иное ощущение по сравнению с тем, когда передача идет в записи. Во-вторых, передача длилась около часа. Было время размышлять. Поэтому беседа получалась живой, иногда с неожиданным поворотом хода мысли. Александр Гордон умело дирижировал интеллектуальным общением. Нашей теме было посвящено две передачи. Позже А. Г. Гордон выпустил книгу «Ночные диалоги», в которую включил и наши с С. Д. Варфоломеевым беседы. С разрешения А. Г. Гордона и С. Д. Варфоломеева ниже воспроизведены тексты ночных бесед, как они даны в книге Александра Гордона.

Ночные беседы на ТВ с Александром Гордоном

Телевизионные беседы.
Ночные диалоги
с Александром Гордоном:
[1] — 30 января 2002 г.;
[2] — 13 февраля 2002 г.

Феномен жизни. Беседа первая

Эрик Михайлович Галимов — академик РАН, директор Института геохимии аналитической химии им. В. И. Вернадского

Сергей Дмитриевич Варфоломеев — доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химической энзимологии МГУ им. М. В. Ломоносова

Александр Гордон. Мы уже вышли в эфир, поэтому я должен задать первый вопрос, который, так или иначе, относится к теме нашей сегодняшней программы. При уменьшении давления естественного отбора на вид происходит странная вещь. Японские ученые в 70-е годы проводили на дрозофилах такие эксперименты. Начинался выброс мутационный в разные стороны и в конце концов вид выходит на такое деградационное плато, на котором он продолжает существовать, но механизм наследственности дает сбои. Грубо говоря, количество мутаций в популяции превышает фоновые, и они получали там одних дрозофил с сильно скрученными крылышками, других вообще без них, третьих с огромными глазами, четвертых с маленькими зелеными, этих — с синими и так далее. И я задал вопрос: поскольку мы идем по пути техногенного развития цивилизации, то человек с момента изобретения колеса, огня и тому подобных приспособлений по освоению окружающей среды, с момента уменьшения давления отбора, делает все для того, чтобы этот отбор на *homo sapiens* не давил. Не приведет ли это в конечном итоге к выходу *homo sapiens* на такое деградационное плато? То есть, грубо говоря, не деградируем ли мы как вид? С генетической и биологической точки зрения? Мы находимся, может быть, в самом начале этого этапа. Имеются соображения о том, что все-таки у нас достаточно большое количество разнообразия в популяциях. Другое дело, что эти популяции никак не скрещиваются пока между собой, потому что трудно себе представить европейского бизнесмена, который поехал бы в Центральную Африку выбирать себе жену только для того, чтобы увеличить количество генов и приобрести более здоровое потомство. Но, так или иначе, проблема будет стоять перед человечеством. Насколько вы согласны с этим, и есть ли у человечества механизм для того, чтобы избавиться от грядущих последствий этой проблемы?

Эрик Галимов. Да, что проблема есть, — это очевидно. Вообще говоря, попытки противодействовать этому, они носили неэтический характер, как вы знаете, это евгеника, например...

А. Г. Но весь XX век, так или иначе, был этому посвящен в некотором смысле.

Э. Г. Да. Но я только думаю, что эта проблема, вообще говоря, тонет в других проблемах, с которыми человечество встречается с переходом в антропогенный мир, когда оно отрывается от биосферы. И здесь многое очень меняется в механизмах отбора. Я бы сказал, что самое интересное то, что происходит с человечеством, если его рассматривать как современную и высшую стадию развития биосферы, то, что появляется новый канал информации, передаваемой от поколения к поколению. В биосфере этот канал единственный, это информационная молекула, ДНК, а здесь появляется совершенно новый канал. Причем язык, письменность, я их имею в виду, нарушает, так сказать, основную догму биологической эволюции, которая состоит в том, что изменения в онтогенезе не передаются по наследству. Если, скажем, жучок потерял лапку, это не значит, что у него потомки будут лишены лапок. А вот тот канал информации, который начинает действовать с приходом человека, он фактически передает логический опыт, который накапливает человек в течение индивидуальной жизни или в своем поколении. И вот наличие такого параллельного канала информации, вообще говоря, меняет всю идеологию естественного отбора.

А. Г. Все-таки не могу представить себе, каким образом. Ну хорошо, мы получили и смогли передать следующим поколениям информацию, ну, скажем, о каком-то наследственном заболевании; и, может быть, о методах лечения последствий этого заболевания. Но каким образом эта информация может воспрепятствовать рождению в следующем поколении ребенка с таким же заболеванием, я пока не понимаю. Если его отбраковывает естественный отбор, прекращая передачу генной информации от одного поколения к другому, то мы гарантированно получаем в следующем поколении отсутствие уродства этого конкретного вида. Каким образом социокультурная информация может это сделать?

Э. Г. Я думаю, что это вполне возможно. Вы говорите фактически о биологической информации и в этом примере переносите ситуацию с биологической информацией на человеческое, так сказать, поле, а между тем там действует другой канал. Я сейчас не хочу предсказывать, но неблагоприятной в каком-то смысле генетической информации человек может воспрепятствовать через тот канал, который у него возник.

Сергей Варфоломеев. На самом-то деле, конечно, ситуация при отсутствии отбора чревата последствиями, и они очевидны, эти последствия. И совершенно понятно, что закрывать на эту проблему глаза просто невозможно, она реально существует. И человечество реально наследует дефектные признаки, дефектные гены, и они неконтролируемо развиваются, они передаются от поколения к поколению. И на самом-то деле реальных механизмов контроля нет, это стихия, это реально развивающаяся популяция, популяционная динамическая картинка с непрерывно ухудшающимися характеристиками. Я думаю, что японские исследователи, которые это наблюдали, они просто это хорошо продемонстрировали в эксперименте. И безусловно, какие-то социальные структуры должны быть придуманы, которые должны это ограничить.

А. Г. Нет ли здесь все-таки, простите, замкнутого круга? Ведь если давление отбора ослабло в результате нашей деятельности, в том числе и социокультурной, и техногенной, антропоной деятельности нашей, то дальнейшая интенсификация этой деятельности может при поставленной задаче заменить отбор чем-то

другим. Она ведь может повести человечество еще дальше по тому же самому пути. Ну, то есть, грубо говоря, мы придумали себе подпорки и костыли, медицина наша сейчас справляется с огромным количеством последствий, только последствий этого отбора. А дальше что?

С. В. Давайте зададим такой вопрос. Может быть, на самом деле ситуация, о которой говорит Эрик Михайлович, — наличие возможности понимания, предсказания, осознания — все-таки создает условия, когда популяция развивается, несмотря на все внутренние дефекты. Это реальность.

Вопрос заключается в том, насколько они катастрофичны, насколько они могут вывести популяцию полностью из-под контроля, привести ее, так сказать, к полной разрухе. На мой взгляд, все-таки, во-первых, если такая опасность существует, то она довольно отдалена, а во-вторых, особенность развития человеческой популяции такова — и вот здесь, так сказать, великое свойство, которое отличает нас от всех остальных, — что, умея предвидеть, мы это осознаем, мы реально находим возможности правки, несмотря на прессинг грубого мира, биологического мира, который оказывает давление.

Э. Г. Вообще, предвидение — это очень важное слово здесь, потому что когда мы говорим, или я, по крайней мере, упоминал об этом дополнительном канале, новом канале, параллельном канале информации, это, собственно, и есть канал, связанный с передачей логического опыта, а логический опыт — это есть не что иное, как предвидение фактически. Я вот думаю, что совершенно уместно, может быть, меняя даже направление этого разговора, поскольку у нас предполагалось поговорить и на тему экологии, упомянуть Вернадского. Он ведь в 40-х годах еще дал известную концепцию ноосферы, смысл которой состоит в том, что биосфера в своем развитии переходит в ноосферу, и это вызвано тем, что масштаб деятельности человека становится соизмеримым с масштабами геологических процессов, масштабами природных процессов. А это чревато определенным вмешательством в среду, которое, в конечном счете, может негативно уже сказаться на развитии самого человека. Надо отметить, что это было сказано пророчески, потому что в те времена, когда Вернадский пришел к этой идее, в общем-то, очевидных признаков этого еще не было. Это были 40-е годы. Вообще термин «ноосфера» — не его. Вернадский его заимствовал у Леруа, позже на эту тему говорил такой философ-теолог Пьер Тейяр де Шарден. Но вот то содержание, которое он сюда внес, оно является современным пониманием. И мы сегодня видим, что действительно это стало общеизвестным фактом — скажем, огромное количество сжигаемого топлива дает углекислоту, углекислота оказывает влияние на климат, это обсуждается. Существуют поразительные вещи, связанные, скажем, со случаями, когда антропогенная нагрузка превышает природную нагрузку на глобальные циклы элементов, например, сульфатной серы и т. п. То есть масштабы деятельности человека таковы, что важнейшие параметры биосферы претерпевают изменения. И те связи, которые сложились за сотни миллионов лет, нарушаются.

Но здесь есть вторая сторона. Вторая сторона состоит в том, — собственно говоря, именно ее Вернадский рассматривал как важнейшую часть своей концепции, — что стихийный процесс развития биосферы, который существовал до сих пор, заменяется теперь процессом, в котором существенную роль

играет фактор разума, а это значит возможность предвидения, возможность коррекции соответствующих изменений в силу этого предвидения и устранение в конечном счете нежелательных последствий. Фактор предвидения, который существен, вообще говоря, именно для человека и который выделил человека в биосфере, он как будто бы решает эту проблему, о которой мы сейчас говорим в общем виде. То есть, несмотря на те нарушения, которые могут быть вызваны снижением давления естественного отбора, существуют определенные этические нормы в человеческом обществе, которые вырабатывают механизмы, могущие компенсировать эти факторы.

А. Г. Вы имеете в виду искусственный отбор того или иного признака?

Э. Г. Искусственный, да. Тем не менее можно просто полагаться на саму эту возможность предвидения. Тут есть другие, надо сказать, проблемы и сложности, потому что факт предвидения не так прост, и если все это выглядит очень обнадеживающе в таком изложении этой концепции, то в действительности предвидение фактически ведь переводит человека в сферу другого мироощущения, чем это принято в биоте. В биоте естественный отбор — это очень практическое сравнение возможностей выживания в среде. У человека это перемещается в значительной степени в область перебора, так сказать, мысленных сценариев и выбора возможности поведения без непосредственного испытания в конкретной среде. Это в колоссальной степени ускоряет возможности развития, социального развития, что мы и наблюдаем.

А. Г. Тут позвольте мне одно замечание, а потом предоставим возможность высказаться и другому участнику беседы. Ведь когда мы говорим о человеческом, мне кажется, что мы немножко лукавим, потому что сегодня на земле существует реальная машина времени — это страны и континенты, где далеко не все люди живут в XXI веке по европейскому летосчислению, в той самой технологичной цивилизации, о конце которой так много говорится сейчас. Совершенно спокойно можно отправиться в дебри Амазонки и попасть на несколько тысячелетий назад, можно поехать в Центральную Африку и посмотреть там на XII и XIII век, и так далее. То есть человечество очень неравномерно в этом смысле развито на сегодняшний день. Но самая (в кавычках, естественно) «развитая» часть этого человечества, так называемые страны Запада, они ведь нарушают сегодня один из основных принципов живого существа, а именно способность к размножению. За счет увеличения продолжительности жизни они добиваются вроде бы неплохих демографических результатов. Вроде бы все нормально, есть какой-то прирост населения. Но это прирост населения не за счет естественного баланса смертности и рождаемости в сторону превышения рождаемости над смертностью, а за счет увеличения среднего возраста жизни. Ведь в развитых странах на сегодняшний день, в особо развитых странах — Россия попадает, к сожалению, в этот список по другой причине — рождаемость колоссально низкая, человечество не репродуцируется.

С. В. Я тут не могу согласиться: на самом деле ситуация драматически обратная. Я хочу вернуться на шаг назад и определить то, что отличает популяцию человека от всех остальных популяций. Есть одно свойство, которое человечество привело к тому, что это сейчас доминирующая популяция на земле. Нас

сейчас где-то порядка 6 миллиардов, это в тысячи раз больше, чем любых других видов.

А. Г. Млекопитающих?

С. В. Млекопитающих, да. За счет чего? А за счет одного минимального свойства. Оно настолько ничтожно, что его даже сразу и не видно. Человечество отличается от любой другой культуры тем, что оно способно передавать накопленную информацию от поколения к поколению. И это все. Если мы посмотрим на нормальную физиологию, нормальную геномику близких видов, мы настолько с ними в родстве, что иногда, наверное, очень трудно найти реальные отличия. А вот это маленькое свойство приводит к тому, что человек развивается не просто экспоненциально, а он развивается гиперэкспоненциально. В силу этого свойства передачи информации, этого свойства, которое возникло в силу формирования знаний, формирования естественной науки, формирования методов передачи информации, формирования методов образования. И это свойство ведет к тому, что ситуация...

Э. Г. Это свойство — вот тот самый канал параллельный.

С. В. Ситуация драматична настолько, что нам угрожает не уменьшение рождаемости в целом, нам угрожает на самом деле серьезный демографический взрыв, который, может быть, трудно прогнозировать и трудно остановить.

А. Г. До этого я сознательно отделил народы, которые активно размножаются и плодятся, от так называемых социально верхних народов, то есть тех, которые стоят на вершине социальной лестницы.

С. В. Я боюсь, что это тоже не так, потому что обмен информацией настолько сейчас глубок и широк... Вот пример, который вы привели — человек приехал из западной страны или из России в дельту Амазонки или в дельту реки Оби. Но он приехал, во-первых, имея высокий техногенный уровень, и он приехал на самом деле объективно отдавать. Может быть, субъективно и нет, но объективно он распространяет собственность, которую он имеет, он распространяет техногенный уровень. Обмен этот на самом деле в высшей степени интенсивный сейчас. На самом деле происходит очень мощное уравнивание. Это нам кажется, что в рамках жизни одного человека или в рамках его восприятия существует гигантское различие в уровне жизни, на самом деле это не так. Примеров можно привести десятки. Вот Малайзия, страна, которая сейчас производит электронику с интенсивностью и с качеством, соизмеримым с Японией или Соединенными Штатами Америки. Хотя 10 лет назад или 50 лет назад у них было мало общего. Происходит гигантское уравнивание...

А. Г. Да, но это уравнивание никак не ведет к выравниванию уровня жизни хотя бы потому, что если бы все народы на земле, получив необходимые знания, необходимые навыки, стали пытаться жить, как живут жители Соединенных Штатов Америки, из этого ничего бы не получилось, потому что только американцы потребляют 40 процентов запасов мировой энергии. Значит, все так жить не могут.

С. В. Но все к этому стремятся.

А. Г. Вот это нам и стоит обсудить, потому что...

С. В. Мне кажется, что мы вышли на сугубо социологический уровень, хотя...

Э. Г. Но он тоже очень интересен. Я, Сергей Дмитриевич, просто хотел бы кое-что добавить к тому, что Вы сказали. Дело в том, что расчеты дают такую картину. Существует вот этот режим роста народонаселения с обострением, когда происходит гиперболический рост. Но в действительности, насколько я знаю это, я хотя сам и не занимался, но мне известны работы, в частности, Капицы, что вот этот демографический горб, так сказать, он в западных странах пройден уже. А в странах развивающихся он вот-вот будет пройден. И где-то к 2050-му, по-моему, году должна быть совершенно стабильная уже ситуация, 12 миллиардов, называется такая цифра для Земли в целом. То есть, в общем-то, картина развития и там и там совершенно подобна — с некоторым очевидным сдвигом по времени, связанным с различием в степени развития. А что касается того, что не все так могут жить, как в США, вы знаете, а, собственно говоря, ведь особых ограничений нет, это вопрос не столько предложения, сколько спроса. Потому что есть достаточные источники энергии, другое дело, что они не совсем традиционны. Скажем, мы знаем, что нефть, уголь, — ну, уголь в меньшей степени, — но нефть, газ это то, что будет исчерпано очень скоро. Урановое сырье тоже достаточно быстро кончится. Уголь несколько позже, но это не очень хорошее, даже с экологической точки зрения, сырье. Но есть другие виды. Я бы назвал, — хотя это может не совсем к нашей передаче, это далеко от всякой биологии, — гелий-3, который в достаточном количестве есть на Луне. Кстати сказать, его нет на Земле практически, но на Луне его высокая концентрация. Водить его с Луны ничего не стоит, это не трудно при уже современной нашей технике. И, скажем, «шаттл», который мог бы привезти 10 тонн жидкого гелия-3 с Луны, организация такого производства в рамках современных технологий возможна, может снабжать в течение года всю энергетику Соединенных Штатов. Есть и другие проекты. Термоядерная реакция с участием гелия-3 и дейтерия совершенно нерадиоактивна по своим последствиям. Там, во-первых, получаются протоны, а не нейтроны, и поэтому они не наводят радиоактивность в конструкционных материалах, это важнейшее значение имеет. В общем, это дорога довольно простая. А энергетика — самое главное, потому что если будет энергия, то дальше многие проблемы решаемы. Вот полезные ископаемые. Ведь это очень важная проблема, потому что мы фактически сегодня приходим к моменту, когда у нас исчезают крупные месторождения. Человечество привыкло использовать концентрации — руды, нефть, то есть то, что находится в концентрированном виде. У нас сегодня уже теряется такая возможность. Но есть возможность извлекать те же самые необходимые элементы, но которые находятся в рассеянном состоянии. Проблема только одна — нужна энергия. Причем, нужно больше и больше энергии, тогда мы сможем сконцентрировать то, что находится в рассеянном состоянии. А источники энергии есть. То есть, вообще говоря, здесь нет с этой точки зрения тупиковой ситуации или грозящей нам катастрофы.

А. Г. Давайте все-таки вернемся к теме нашего разговора. Я так понял, что поскольку человечество наделено даром предвидения, способностью к предвидению, то на каком-то этапе, может быть, уже сейчас, мы можем сказать старушке-эволюции: отдохни, ты сделала все, что могла. Гигантский эволюционный скачок, революционный даже, произошел, возник разум — дальше мы сами. Правильно я понимаю?

Э. Г. Это правильно. И вот в этом-то как раз и ужасная сторона всего дела. Потому что человек отрывается от биосферы. Вот мы говорим о переходе биосферы в ноосферу, но, увы, похоже, что...

А. Г. За счет уничтожения биосферы.

Э. Г. Просто человек не нуждается больше в биосфере. Он может все сделать сам.

С. В. Я не сказал бы, что это ужасно. Это нормально, естественно.

Э. Г. Но ужасно все-таки будет, согласитесь, если вокруг нас ничего не останется живого, а это вполне может быть, потому что мы не собираемся никак его поддерживать. Мы не нуждаемся в пище, мы можем создать любой набор нам необходимых искусственных аминокислот. Мы не нуждаемся в биосфере даже в очень широком смысле, в котором биосфера поддерживает кислород атмосферы, например. Если нет живого, нет кислорода в атмосфере. Мы в этом не нуждаемся, потому что мы знаем, как добывать кислород, мы электролизом будем его добывать. То есть ни в одном аспекте мы не зависим больше от биосферы. Такого живого существа другого нет. Все остальные живые существа связаны между собой трофическими цепями, они не могут существовать друг без друга. А человек вырвался из этого круга, или даже не круга фактически, здесь совсем другая возникла категория. В значительной степени благодаря этому предвидению, благодаря, если говорить более общим языком, созданию канала информации, параллельного генетическому, он ведь и в своих биологических потребностях перестает быть ограниченным. Он может заменять органы какими-то техногенными объектами, он может найти другой способ воспроизведения, не тот, который предложила ему природа. И так далее. Проблема в этом.

А. Г. Говорят уже об активном вмешательстве, собственно, в сам генотип и, если хотите, в генооблик тоже. Захотелось такие уши — пожалуйста, захотелось такой нос — на здоровье.

Э. Г. Конечно, конечно.

А. Г. И к чему нас это все-таки ведет? Выводы? С одной стороны, если так задумала, ну, в кавычках «задумала», эволюция, создав разум и способность предвидеть, чтобы мы больше не зависели от эволюции, если такая независимость была как бы внутри нас заложена, то, как вы сказали, это естественно, и нам надо дальше смело идти по этому пути с заменой биосферы на ноосферу.

С. В. Мне кажется, не стоит употреблять слова «ужасно», «плохо». Это настолько все естественно, это нормальное развитие. Ведь мир не развивается абсолютно эволюционно. Какой-то период времени он развивается в рамках закона отбора, например, а потом происходит нечто, что меняет качественно ситуацию. Сама жизнь возникла совершенно драматически, непредсказуемо и непонятно до сих пор каким образом. Это интересная тема, которую я тоже хотел бы обсудить. Оценки наши, они эмоциональны и исходят из того, что нам кажется, что наш мир хорош. Мы с трудом себе представляем, что будет с миром, когда он будет меняться.

А. Г. Нам трудно себе представить, что наши внуки не смогут поехать в деревню на рыбалку...

С. В. Но самом деле надо отдавать себе отчет, что это в высшей степени личностные эмоциональные оценки. Сама эволюция идет независимо, она раз-

вивается вполне по закону, который ей присущ. И как-то сразу говорить, что это будет плохо, я бы не взялся. Единственное, что я мог бы сказать — что это будет естественно.

А. Г. Вот, вставая на позицию естественности такого развития, можно ли с какой-то долей вероятности — я понимаю, что здесь опять сценарный план, у нас сценарные варианты, — но все же прогнозировать эволюцию человека, ноосферы и биосферы в каком-то вполне обозримом будущем, не забегая на миллионы лет вперед? Дать прогноз на ближайшее тысячелетие, скажем.

С. В. Тысячелетие — это очень много, трудно дать прогноз даже на ближайшие сто лет. Понимаете, в чем дело. Мы находимся в состоянии взрыва. Взрыв — это нечто, что прогнозировать достаточно трудно, и не всегда его можно остановить. И поэтому тысяча лет — это совершенно непредсказуемая вещь. Трудно сказать, что будет через 50 лет. Настолько, на самом деле, драматично и остро развивается ситуация. Вот я возвращусь к проблеме народонаселения. Я вспомнил сейчас работу, которая была опубликована в 61-м году Фостером. Работа называлась «2027 год, пятница, конец света».

Э. Г. Это так. У него формула есть, которая входит в сингулярную область, когда из 2025 вычитается...

С. В. Там на самом деле математика проста до предела. Популяция человека развивается не по закону нормальному, экспоненциальному. В уравнении квадрат скорости — это экспериментальный факт. Если берете 2000 лет и анализируете динамику развития, вы видите, что это квадрат. Если вы делаете простые математические преобразования...

А. Г. В геометрической прогрессии?

С. В. Нет. Это быстрее. Вы обнаруживаете, что при t , стремящемся к 2027 году — у вас разрыв функции. И функция устремляется в бесконечность. Этот прогноз действительно был сделан 40 лет назад.

А. Г. Но мы только что выяснили, что не все так драматично...

Э. Г. Это особенность формулы Фостера, которая содержит в знаменателе 2025 минус год, который прогнозируется. Поэтому получается такой результат...

С. В. Это почти экспериментальный факт, но каждый-то из нас понимает, что разрыва функции здесь не будет, это будет нормальное развитие. Я не думаю, что это будет остановка на уровне 12 миллиардов. Скорее всего, будет другой результат... Это к вопросу, можно ли прогнозировать что-то. Очень трудно.

Э. Г. Вы правы, Сергей Дмитриевич, можно не говорить о том, какой характер будет носить эта зависимость. Важно, что она абсолютно нелинейна. И когда речь идет, вообще говоря, о нелинейных процессах, то горизонт прогноза весьма ограничен...

С. В. Особенно в режиме такой гипер-нелинейности, когда функция становится очень острой.

Э. Г. Но если, в общем, отвечать на ваш вопрос, то для того, чтобы прогнозировать будущее, — независимо от того, какой зависимости оно подчиняется, — нужно, прежде всего, знать прошлое.

А. Г. Совершенно с вами согласен. И давайте мы вернемся не просто в прошлое, мы вернемся в невообразимо далекое для человечества прошлое и поговорим о том, как, с вашей точки зрения жизнь появилась. Тем более, что вы оба

хотели бы обсудить эту проблему. Всякий раз, когда мы говорим на эти темы здесь, мы доходим до этого камня преткновения, и всякий раз гости говорят: ну, эта тема для отдельной программы. И я рад, что сегодня мы можем обсудить это в рамках передачи. Мы начнем сейчас тему, которую я назвал как бы стыдливо-запретной для большинства гостей, которые здесь были, и которые опять и опять говорили: «В другой раз, в другой раз». О возникновении жизни. Я вас слушаю очень внимательно.

Э. Г. Я думаю, что начать это сразу в лоб очень сложно, наверное, нужно сделать некий разбег. Я думаю, что прежде всего нужно поговорить или, по крайней мере, упомянуть о том, что существует вообще проблема эволюции материи. И известен закон эволюции материи, который гласит, что все, что предоставлено, так сказать, самому себе, разупорядочивается. Более строго это излагается как второе начало термодинамики и есть соответствующие параметры, которые его определяют, — рост энтропии и так далее... И сразу же, как это было осознано, этот очень важный процесс в эволюции, это вообще изменило физику в свое время. Изменение произошло даже не тогда, когда классическая физика закончилась, не тогда, когда наступил квант, а в тот момент, когда было осознано, что существует несимметрия процессов, что время несимметрично, что будущее и прошлое — не одно и то же. Это крайне могущественное явление, обнаруженное человеком. И это оказалось сразу же в противоречии с тем высокоупорядоченным состоянием, которое являет собой живой организм. И так случилось, что почти одновременно с этим открытием, открытием стратегического типа эволюции материи, было предложено объяснение процессу, который приводил к формированию организмов. Это дарвиновская концепция. И надо сказать, что она по сей день является, вообще говоря, ведущей концепцией, объясняющей то, что мы существуем как организмы. Она гениально проста, потому что не предусматривает никакого внешнего, так сказать, влияния, и она, таким образом, сменила любые теологические идеи. Речь идет о том, что есть случайные изменения, эти случайные изменения подвергаются испытанию отбором, и если они позитивны и позволяют выживать приспособленным, — именно так работу Дарвин и называл: «Происхождение видов или Выживание приспособленных», — то в этом случае они приводят к соответствующим изменениям. И действительно, в результате может произойти то упорядочение, которым мы можем объяснить существование живых организмов. Надо сказать, что это и сегодня очень поддерживаемая теория, и чтобы понять ее рейтинг, достаточно сказать, что есть такой очень крупный философ и одновременно биолог Деннет, который сказал: «Если бы мне довелось давать награду за самую лучшую идею за всю историю человечества, я бы дал ее не Ньютону, не Эйнштейну, а Дарвину».

И с этим переключается, что тоже интересно, Больцман, который сказал, что «по моему глубокому убеждению, наш век», — а он жил в XIX веке — «нужно назвать не веком железа, не веком электричества или пара», — это было характерное достижение, — «а веком Дарвина». Это сказал современник Дарвина. Это очень дорогого стоит, когда можно от современника, тем более такого великого ученого, каким был сам Больцман, услышать такую характеристику. Вот как, вообще говоря, наука относилась и относится к этой идее.

Но вместе с тем есть совершенно очевидные слабости дарвинизма как такового. И они тоже всеми отмечаются. Дарвинизм в своей идее предусматривает очень небольшие изменения, которые постепенно, при помощи естественного отбора, накапливаются в виде положительных изменений. В действительности, в геологической летописи, например, мы не видим вот такой последовательности, постепенности. Как правило, бывают основательные изменения и скачкообразные.

Трудно примирить с дарвинизмом такую, например, вещь. На это указывал Бехе, тоже очень крупный исследователь. Как можно понять, спрашивал он, эволюцию систем, которые состоят из таких частей, которые только тогда имеют смысл, когда они вместе работают? Ведь дарвиновская теория предусматривает последовательность изменений. У него есть образное сравнение с мышеловкой: нельзя взять деревянную основу мышеловки, поймать несколько мышей, потом приставить туда пружину, еще несколько мышей поймать, потом ударник, и еще поймать мышей — мышеловка должна либо работать сразу, либо мышь уйдет. И это примеры реальных биологических систем, которые так устроены, что их части не имеют никакого смысла, если они не предназначены для работы целого. Таких примеров очень много, и дарвинизм в принципе не очень хорошо это объясняет. Есть много и других проблем, которые плохо объясняются с этой позиции. Но самое главное, что я хочу сказать, — дарвинизм совершенно не помогает понять происхождение жизни. То есть, когда речь идет об организмах, об адаптации их, там очень много правильного, там это все работает. Дарвинизм правилен, но недостаточен, в нем не хватает...

А. Г. Это как классическая механика для физики.

Э. Г. Да, в нем не хватает того, что нужно, чтобы приложить его к проблеме происхождения жизни. Проблема в чем? Есть какие-то неорганические соединения, лишенные всякого биологического содержания — какой-нибудь цианистый водород или формальдегид. И непонятно, каким образом все это происходит, что регулирует этот процесс перехода таких совершенно примитивных соединений в то, что составляет простейшую клетку, которая на самом деле уже представляет собой чрезвычайно сложный объект. Как это могло произойти? И здесь не видно этих механизмов.

Сейчас у нас будет некая дискуссия с Сергеем Дмитриевичем, — я очень рад тому, что мы именно это будем обсуждать, потому что хотя мы с ним очень во многом сотрудничаем, но мы совершенно расходимся, как я уже говорил, во взгляде как раз на эту ситуацию. Проблема дарвинизма состоит в том, что дарвиновская концепция не является теорией упорядочения. Это некий искусственный, вообще-то говоря, механизм, который хитроумным способом разрешает эволюцию против того общего течения, которое нам дает второй закон термодинамики. Поэтому для того, чтобы мы могли действительно последовательно объяснить изменение вещества от молекулярного уровня до уровня организмов, до биологической эволюции, нам нужен механизм упорядочения. Эта проблема осознана, ей занимались многие с большим или меньшим успехом. Здесь были очень, конечно, серьезные работы Пригожина, прежде всего, и его школы, в которых искалось решение этого вопроса в области приложения неравновесной термодинамики. Причем в нелинейной области, что очень

важно. Где действительно возникают так называемые диссипативные структуры, то есть элементы пространственного упорядочения, — в конвекции, например. И Пригожий, и его сотрудники, коллеги почти во всех работах, по крайней мере, в обобщающих монографиях, которые они писали, они обязательно туда включали главы, связанные с проблемой биологического развития. Но надо сказать, что, к сожалению, с этим не очень легко согласиться. Точную и, я бы сказал, резкую критику этой теории дал Нобелевский лауреат Эйген, заявивший, что макроскопическое упорядочение, которое объясняет Пригожий, оно не имеет ничего общего с микроскопическим упорядочением, свойственным биологическим единицам. Сам Эйген тоже выдвигал механизм такого упорядочения.

С. В. У него очень хорошая модель.

Э. Г. Да, это гиперциклы, где воспроизводство аминокислот и нуклеиновых кислот связано последовательно. Но надо сказать, что из нее тоже, вообще-то говоря, ничего конкретно не вытекает. Вряд ли мы можем ее использовать для того, чтобы объяснить, так сказать, суть процесса. И сама она подвергалась критике с другой стороны, потому что он-то создавал свою модель для того, чтобы показать, что система может быть устойчива против мутации — потому что мутационный процесс разрушает эту систему. И по всей видимости, ему это тоже не удалось. Но есть и другие теории.

Вообще говоря, это проблема, — хотя Вы мне запретили эмоциональные выражения, но я все-таки скажу, — это, конечно, жуткая совершенно проблема, жуткая... Потому что, в сущности, какие есть возможности объяснить происхождение жизни? Первое — сказать, что это выше нашего понимания, давайте заниматься, мол, тем, что доступно нашему разуму, где работают инструменты, которые мы в науке развили.

А. Г. То есть отказаться от проблемы.

Э. Г. Да, агностический, так сказать, подход. Это один из возможных подходов, достаточно прагматический, вообще-то.

С. В. По которому идет подавляющее большинство людей, работающих в естественных науках...

Э. Г. Ну, если они не хотят над этим задуматься, то их дело, они, наверное, правы, раз не хотят терять время на то, что, как они думают, им не разрешить. Второй подход, тоже очень распространенный — считать, что это нечто внешнее по отношению к существованию жизни на Земле.

А. Г. Идея панспермии?

Э. Г. Как вариант. Но и идея Бога.

А. Г. Что одно и то же.

С. В. Нет, это категорически разные вещи.

А. Г. Это все равно выносит проблему за рамки существования жизни на Земле...

Э. Г. Сергей Дмитриевич сейчас разовьет эту тему, потому что надо отметить существование научного подхода, который выносит проблему зарождения жизни и ее начальной эволюции — что самым сложным является — за пределы Земли. Но мне как геохимику важно понять, как это могло все-таки произойти на Земле.

С. В. Эрик Михайлович называет это «приземленным подходом».

А. Г. Теперь я все-таки хотел бы выслушать ваши версии.

С. В. Позвольте, я дам маленький комментарий по поводу дарвиновской теории. Все-таки в философском плане это в высшей степени большое достижение, потому что эта идея позволила объяснить векторность движения при хаотическом наступлении на объект. Там действительно есть эволюция усовершенствования системы в таком режиме, когда нет внешних факторов, детерминирующих и создающих то напряжение, по которому должна идти эволюция. И это, конечно, потрясающе важное достижение. Это многое упростило, и бесконечно многое стало ясно, особенно людям, работающим в биологии. Но это, конечно, не позволило понять, откуда возникла первая система, которая могла бы так существовать.

Здесь есть бесконечное количество проблем, вот Эрик Михайлович одну проблему упомянул — это, конечно, проблема неуменьшаемой сложности. Реальная биологическая система не может быть уменьшена до молекулярного уровня, до размера отдельных молекул — двух, трех, пяти, десяти, даже если это очень большие молекулы. Не может по той простой причине, что функции, которые присущи этим молекулам, в высшей степени многообразны.

Есть на мой взгляд, два подхода, которые прозрачны и ясны. Есть совершенно ясное понимание того, что первичные органические молекулы могли возникнуть самопроизвольно. Но это достаточно простые молекулы, с другой стороны, совершенно понятно, что простейшая биологическая система должна собой представлять полимерную молекулу или полимерные молекулы, обладающие двумя свойствами. Это должна быть матрица — носитель информации, это должен быть инструмент или катализатор, который способен, во-первых, эту информацию трансформировать, экспрессировать, превратить в нечто материальное и с помощью данного материала эту матрицу размножить. Если говорить о развитии этой проблемы, то она, в общем, сужается. Если мы точно не можем себе представить, как мог возникнуть реальный белок, то можем себе представить, как могла возникнуть первичная молекула РНК. Самая простая модель заключается в том, что есть РНК, которая является, с одной стороны, матрицей, с другой стороны, катализатором. Имея РНК-репликазу в режиме синтеза материала, который создает оболочку мембраны, вы можете получить первичную структуру.

С другой стороны, есть большой набор органических молекул, которые возникают самопроизвольно в природе. Так две системы понимания сближаются, но по-прежнему существует разрыв, не позволяющий пока понять, каким образом вот эти маленькие органические молекулы могут превратиться в молекулы-полимеры. У Эрика Михайловича есть точка зрения, которая это объясняет...

А. Г. Я хочу вспомнить довольно остроумную цитату: «Для чего же природе понадобилось создавать такую сложную вещь, как клетка? Почему она не сделала такую простую вещь, как паровоз, в ходе этого изобретения?» Уж там-то, казалось, никакой органики не нужно. Просто соедини и все. Итак, существует все-таки вот эта тонкая, бритвенная граница непонимания того, как РНК, с одной стороны, и спонтанно в природе возникающая органика могли соединиться в нечто, называемое организмом. У вас есть точка зрения.

Э. Г. Я бы даже не спешил сейчас упоминать РНК или белки — хотя вообще говоря, как раз сама проблема происхождения жизни все время вращается вокруг выбора этих начальных субстанций, что это было — белки, РНК, сахара,

липиды. Я думаю, что не в этом дело. Все-таки возвращаясь к проблеме упорядочения. Ясно, что нужна машина, которая бы это упорядочение рождала. И в принципе выясняется, что при определенных обстоятельствах, при определенных условиях такая машина есть. Ее можно назвать, можно понять, как она функционирует. С этим, в общем, легко даже согласиться, потому что там нет ничего напряженного. Это открытые системы, необратимые реакции, связанные в стационарную систему. Здесь насчет стационарности можно уже спорить, но тем не менее это тоже возможно. И если такая система сопряжена микроскопически с некоторой реакцией, где происходит диспропорционирование энтропии... Понятие микроскопического здесь очень важно. Потому что немикроскопического диспропорционирования энтропии не может быть. Так вот, если есть такая реакция, тогда такую машину, в принципе, можно показать. Я не хочу на этом останавливаться подробно, главное — она будет рождать упорядочение. А если она будет рождать упорядочение, за этим следует целый ряд очень важных выводов. Что за реакция возможна здесь? Оказывается, есть прекрасный кандидат на роль такой реакции, способной удовлетворить требованиям такой машины. А требования простые. Опять-таки, она должна быть энергоподающей, потому что надо заводить стационарную систему, которая должна потреблять энергию. Она должна энтропию отбирать в этом процессе. И она должна микроскопически сопрягаться с теми процессами, которые важны и типичны для первичной эволюции. И вот такой молекулой, с вашего разрешения, является аденозинтрифосфат. А если говорить о реакции — это гидролиз аденозинтрифосфата. Как раз все это происходит с данной молекулой. В частности, что такое химическое сопряжение, которое чаще всего вызывает вопросы? Дело в том, что большинство реакций, связанных с образованием полимеров, это реакции с отбором воды. Чтобы два нуклеиновых основания соединились между собой в какую-то цепочку, они выбрасывают воду и соединяются. Аминокислоты образуют пептидную цепь, они выбрасывают воду, соединяются и так далее. Это крайне характерно для любых реакций биосинтеза. А гидролиз АТФ — это как раз присоединение воды. То есть, иначе говоря, на воде, на молекуле воды осуществляется перекресток, где происходит микроскопическое сопряжение. И благодаря этому, если гидролиз АТФ идет с повышением энтропии, то он может с понижением энтропии заставить идти реакцию, которая с ним сопряжена. А если это стационарная система, то она низкоэнтропийный продукт будет рождать просто как с конвейера.

С. В. Можно как студенту поднять руку? Мне кажется, что здесь есть некий существенный элемент упрощения. Дело в том, что жизнь в таком молекулярном виде — это информационный процесс. Это означает, что в первую очередь надо искать системы записи информации. И системы считывания информации. Эрик Михайлович предполагает, что это молекулы. Я, в общем, с ним согласен в том, что это уникальная молекула, могущая иметь некую базовую химию, которая может во что-то вырасти, но сложность заключается в том, каким образом информация записана на молекулярном уровне, и каким образом она молекулярно трансформируется. Потому что надо себе отдавать отчет в том, что феномен жизни — это в общем-то классический пример информационного процесса. Точно такие же процессы происходят в наших компьютерах. Только там мы имеем дело с электронными переходами, а здесь мы имеем дело

с молекулярными процессами. И задача создания первичной матрицы и к ней катализатора, который бы эту матрицу мог обслуживать, вот это и есть самая сложная задача. Надо себе отдавать отчет в том.

А. Г. Пользуясь аналогией с компьютером — хард-диска и процессора.

С. В. Хард-диска, процессора, драйвера, который обеспечивает считывание информации.

Э. Г. Я спешу вам ответить.

С. В. Я еще хочу сказать следующее. Я, как человек, который занимается химией живого и химией катализаторов, не могу себе представить, как может возникнуть катализатор, близкий к ферменту в такого рода системах. Я приведу один пример. Химическая реакция гидролиза АТФ под действием фермента — есть специальный фермент, который это делает, — протекает одну секунду. Эта же реакция под действием протона — это самый мощный катализатор в химии — будет протекать 200 тысяч лет. Невозможно представить, чтобы этот перепад мог быть сделан какими-то слабыми эволюционными шагами.

А. Г. Вот тут я как раз, как студент, тоже поднимаю руку и хочу спросить об эксперименте. Раз вы представляете себе механизмы и условия этих полимеров, то нельзя ли провести эксперимент?

Э. Г. Определенно можно. И я сейчас скажу, как его можно произвести, но до этого еще несколько замечаний. Сергей Дмитриевич берет скорость современного катализатора, который возник уже на вершине эволюции. Но началось-то не с таких катализаторов, это понятно. И все-таки относительно аденозинтрифосфата. То, о чем вы говорите, фактически означает, что нужно перейти к вопросу о генетическом коде. Но я хочу отложить это.

С. В. А это, по-моему, самый главный вопрос.

Э. Г. Безусловно, но до него все-таки было еще какое-то предбиологическое время. Он, конечно, главный, и биолог вообще не интересуется тем, что было до возникновения генетического кода, потому что ответ на этот вопрос является, вообще говоря, главным решением. Но нужно представить себе еще другие вещи. Скажем, тот же самый аденозинтрифосфат, который для биолога никакой тайны не представляет. АТФ работает как энергодатчик фактически во всех биохимических процессах, этим-то он и интересен в качестве предбиологической молекулы. И это довольно солидная молекула, все-таки это аденин, структура, состоящая из...

С. В. Аденозинтрифосфат сам по себе возникнуть не может. Он термически неустойчив в воде.

Э. Г. Нет, подождите, вот тут мы как раз можем поговорить на эту тему. Он содержит аденин, содержит рибозу и фосфат. Ну, фосфатные группы не представляют большого интереса. Но дело в том, и это как раз изумительная сторона дела, что эта сравнительно сложная молекула имеет сравнительно простой путь возникновения. Дело в том, что на первичной земле, а мы сейчас это точно видим, нет проблемы с определенным органическим фоном. Скажем, цианистый водород, формальдегид. Те же аминокислоты, они присутствуют в межзвездном пространстве, в метеоритах. И естественно, они могли быть на ранней земле тоже. Так вот аденин — это не что иное, как всего лишь конденсат пяти молекул

цианистого водорода. Пять молекул цианистого водорода определенного вида — это аденин. А рибоза — это не что иное, как пять молекул формальдегида, опять-таки сложенных определенным образом. Ну, фосфат — это не представляет сложности. Но там есть определенные проблемы. Проблема состоит в том, что такая полимеризация аденина или формальдегида, или цианистого водорода, воденина или формальдегида в рибозу, она проходит в определенных только условиях. Дело в том, что цианистый водород с формальдегидом раньше соединяются между собой, получается так называемая циангедриновая реакция...

С. В. Ну, это один из побочных процессов, а там еще бесконечное множество других процессов.

Э. Г. Сейчас, подождите. И на этом все, так сказать, блокируется. Никакого аденозинтрифосфата, как правильно сказал Сергей Дмитриевич, тогда не возникнет.

С. В. Мне кажется, мы уходим от задачи.

Э. Г. Нет, мы как раз около нее. Мне это важно потому, что мне важно представить ту обстановку на Земле, которая могла способствовать зарождению жизни. И вот эта модель, помимо всего прочего, она диктует нам выбор тех условий, которые мы должны верифицировать: могли быть такие условия или не могли быть такие условия. Так вот, такая возможность существует. Очень просто. Для этого должна быть восстановленная атмосфера, то есть атмосфера, в которой, скажем, углерод присутствует не в виде CO_2 , а в виде метана, азот — не в виде молекулярного азота, а в виде аммиака, например. Так вот, в восстановленной атмосфере аденин может формироваться свободно. Там нет формальдегида. А формальдегид зато может прекрасно образовываться в водном бассейне. И вот когда аденин выпадает в этот водный бассейн, где рибоза уже может быть связана с фосфатами, там может возникнуть, в принципе, аденозинтрифосфат. Здесь есть очень интересный момент, Сергей Дмитриевич, как ни странно, даже проверки этой гипотезы. Дело в том, что циангидриновая реакция дает в качестве продуктов аминокислоты или гидроксикислоты. Аминокислота — это когда NH_2 -группа присоединяется, а гидроксикислота — это когда на это место OH -группа садится. Вот если вы соедините цианистый водород с формальдегидом, вы можете прийти к этим двум очень важным органическим соединениям. Так вот, на Земле возможно отдельное формирование аденина, отдельное формирование рибозы, и затем — образование аденозинтрифосфата. Есть метеориты. Там есть органические соединения в углистых андритах, и эти метеориты образовались в результате распада так называемых «родительских тел». А это небольшие первичные тела. Это очень ранний процесс, когда при возникновении Солнечной системы нагревалась первичная вода и произошла гидротермальная обработка всего этого массива. Там ни о какой, естественно, атмосфере или же водной оболочке отдельной не может идти речь. Это все некий конгломерат. Какие там соединения мы видим в углистых андритах? Мы видим обилие аминокислот и гидроксикислот из органических соединений.

А. Г. У вас, Сергей Дмитриевич, другая точка зрения, выскажите ее, потому что у нас осталось очень мало времени.

С. В. Мне кажется, здесь есть некий элемент увлечения простой молекулой... Действительно, я даже не буду это оспаривать, она может существовать.

Но, во-первых, она должна зародиться в гигантском количестве, в большом объеме и во множестве точек. Но и это не решает проблему по той простой причине, что еще не решено главное. Главное заключается в том, что необходимо одновременно — и вот в этом и вся сложность проблемы — создать матрицу и создать катализатор, машину, которая с этой матрицы работает. Поскольку Эрик Михайлович работает с геохимией, ему это все кажется простым. Но человек, который работает с нормальными биологическими молекулами, интуитивно, а также всей внутренней сущностью не может согласиться с этим. Существует очень много работ, которые показывают, что этого просто быть не может. Этого просто быть не может, потому что это не просто. Это действительно сложно. Был некий скачок. Был некий разрыв функции, была бифуркация, которая, очевидно, простой химической эволюцией заполнена быть не может. Хотя, наверное, подходы, которые Эрик Михайлович развивает, где-то плодотворны и могут к этому приблизиться. Еще раз хочу подчеркнуть, что феномен жизни — это информационный процесс. Мы с вами знаем, что уже в нашем мире существуют два информационных мира. Молекулярный мир — это наша с вами жизнь. И вот так называемый виртуальный мир, к которому мы сейчас уже все привыкли. Но надо себе отдавать отчет в том, что виртуальный мир — это тоже материальный мир. Это в высшей степени материальный мир. Только он записан не в виде молекул, а в виде электронных плотностей, электронных переходов. И у него есть одно потрясающее свойство, объясняющее, почему он так быстро развивается, почему он существует, а мы являемся неким симбионтом с ним. Процессы там протекают в миллион раз быстрее, чем процессы с молекулами. Это раз. Объемы информации, которые доступны такому электронному миру, в миллион раз выше, чем мы с вами имеем даже в молекулах ДНК. По той простой причине, что это свойство материи сформировано в виде упорядоченных структур. Гипотеза, которая мне нравится, которая как-то могла бы это противоречие разрешить, заключается в том, что предшественником молекулярного мира могла быть виртуальная жизнь, которая не нами была придумана, а придумана была компьютером. Я сейчас задам вопрос Эрику Михайловичу, на который сам отвечу. Можем ли мы построить жизнь на совсем других принципах, отличных от химии, которую мы сейчас имеем в реальном биологическом мире? Ответ будет положительным. Если возникнет задача — создайте матрицу, которая будет иметь силиконовую природу и будет жить в условиях Меркурия, например, — мы это сейчас сможем. Потому что мы очень многое уже знаем, потому что можем проиграть миллион ситуаций, и этот миллион ситуаций можем реализовать в материальном виде в виртуальной жизни. Дальше возникает проблема переноса этого самого виртуального изображения на молекулярный уровень. И это тоже возможно. Мы делаем это, сейчас идет компьютерный синтез, компьютерное комбинаторное выделение. Сейчас идет гигантская интереснейшая работа полного компьютерного моделирования поведения внутри клетки. Моя гипотеза заключается в том, что за счет быстроты и скорости анализа возможностей электронная жизнь как таковая в молекулярном изображении могла возникнуть раньше. Совершенно очевидно, что в условиях высоких температур, которые мы имеем на Земле, самопроизвольно компьютер возникнуть и эволюционировать не мог. Но для этого есть некие условия, которые, на мой взгляд,

кажутся весьма привлекательными. На самом деле, что мы знаем про свойства материи при очень низких температурах? Довольно много. Есть элементы сверхпроводимости, есть элементы сверхтекучести. Я не могу не вспомнить работы академика Гольданского, которые показали, что весьма вероятно молекулярное туннелирование. То есть гипотеза, которая у меня сложилась после того, как Эрик Михайлович дал мне почитать свою замечательную книжку, заключается в том, что этот разрыв может быть восполнен следующим образом. Виртуальная жизнь как некий прототип молекулярной жизни могла возникнуть в условиях достаточно отдаленных от Земли, и как следствие, виртуальная жизнь могла такие ситуации проиграть в компьютерном варианте. Компьютер мог проиграть в виртуальном варианте и найти способ в качестве некой реальной физической модели реализовать это в условиях Земли, в условиях, в которых сам компьютер существовать не может. Он не может, потому что мы слишком горячи. У нас слишком высокая подвижность молекул для того, чтобы эти упорядоченные процессы при низких температурах могли существовать.

Э. Г. Сергей Дмитриевич, две минуты мне оставьте.

С. В. Вот такая гипотеза. Мне кажется, она очень симпатична.

Э. Г. Вы знаете, я понимаю Вас. Фактически Вы говорите об упорядочении, но вынесенном куда-то в центр галактики, и которое каким-то образом дальше передается на периферию... Я Вам приведу массу возражений. Но я не хочу сейчас отвлекаться на это, потому что мало времени. И я хочу сказать о главном, что, по-видимому, Вас смущает в более простой и приземленной модели происхождения жизни. Первое, на чем я остановился, это самый начальный момент. Начало. Это когда из ничего возникает некая машина, которая способна к упорядочению. То есть к производству полимеров, потому что полимеры — это и есть нечто, что является упорядоченным. Потому что упорядочение — это ограничение степеней свободы, вообще-то говоря. И в дальнейшем, в ходе всей эволюции упорядочение — это ограничение свободы, это установление соответствий. В этом, собственно, и состоит смысл упорядочения. Так вот, данная машина это начинает делать, в том числе и полимеры. Я, чтобы быть очень быстрым, скажу только одну вещь. Дело в том, что та модель, которую я предложил, она включает два очень важных обстоятельства или параметра — это линейность и итеративность. Упорядочение, о котором я сказал, оно микроскопическое. Оно происходит на микроскопическом уровне. То есть достаточно одной молекулы. Небольшой выход, не массовый, как в химии, где мы получаем много молекул как результат какого-то химического процесса — одной молекулы, вообще говоря, достаточно. Вот это и есть упорядочение. А следующее — это итеративность, это воспроизведение. Вся моя теория эволюции стоит на двух ножках — это микроскопическое упорядочение и затем многочисленные копии. Так вот, подходя к генетическому коду, — потому что здесь много о чем можно с интересом говорить, — но это самое любопытное. Дело в чем? Сергей Дмитриевич прав, катализаторы — это самое главное. Это самая главная возможность упорядочения. Потому что чем занимаются катализаторы? Они селективны. Они устанавливают очень точное соответствие. Поэтому упорядочение — это прежде всего рождение катализатора. Но катализаторы лучшие — это катализаторы из аминокислот. Вот что мы, собственно, и имеем, фермент

сегодняшний. И они очень хороши в этой роли. Причем не обязательно иметь роскошный фермент, которым мы обладаем сегодня, в конце эволюции. Пять аминокислот, соединенных вместе — уже катализируют очень неплохо. Они в десятки раз могут ускорить определенную реакцию. То есть это с самого начала уже работающая некая вещь. Но они никуда не годятся с точки зрения репродуктивности. Аминокислотные цепочки не в состоянии себя воспроизвести. Есть другие молекулы — нуклеиновые основания. Нуклеиновые основания — плохие катализаторы. У них есть каталитические свойства. Нобелевскую премию дали за открытие каталитических свойств РНК, потому что очень важно, что РНК — не только информационная молекула, но и каталитическая. Это очень важно. Но тем не менее как катализаторы они очень слабы. Но зато прекрасно умеют себя воспроизводить. Потому что те комплиментарные цепочки, которые они образуют, — это великолепный путь к воспроизведению. Что произошло? Произошел автокатализ аминокислотных цепочек через цепочки нуклеиновых оснований. Эти умеют хорошо катализировать, а те зато прекрасно могут репродуцироваться. И поэтому природа нашла, она не могла не найти в процессе упорядочения — ведь речь идет об упорядочении — эту машину, которая работает. Она не могла не найти этой возможности связать эти два качества, которые дальше вместе дали возможность развернуться уже эволюции в полном объеме, потому что есть катализатор и есть возможность его воспроизведения.

А. Г. Мы услышали сегодня две гипотезы о возникновении жизни. Я опять вынужден заканчивать программу теми же самыми словами, что давайте мы встретимся еще раз и у вас будет полностью час пятнадцать для того, чтобы продолжить дискуссию именно на эту тему.

Э. Г. Уже не говоря о том, что после этой программы мы с Сергеем Дмитриевичем еще продолжим разговор...

А. Г. Вне всякого сомнения.

С. В. Хорошее время вы выбираете — никто не мешает.

А. Г. Это верно. Спасибо вам большое.

Феномен жизни. Беседа вторая

Александр Гордон. В прошлый раз нам явно не хватило времени на то, чтобы закончить эту дискуссию. Вы только-только начали публиковать свою идею возникновения живого на Земле, как неумолимое время нас остановило. Сейчас у нас есть час пятнадцать для того, чтобы расставить все точки над «и». Кто начнет?

Сергей Варфоломеев. Точки над «и» мы не расставим...

А. Г. Главное — ответить на два вопроса: что будет после конца света, и в чем смысл жизни?

Эрик Галимов. Да, это вопросы, достойные беседы. В одной Вашей недавней передаче была задана тема, разбитая на два вопроса, которые как бы характеризовали два свойства живого. Один — об иерархичности, и второй — о самовоспроизведении, и поскольку Вы приглашаете к дискуссии, то я должен сказать, что это действительно очень существенные, вообще говоря, свойства

живого. Но это не отличительные свойства живого, вот в чем проблема. Потому что иерархичность встречается и в неорганическом мире.

С. В. Все системы имеют структурную иерархию. Любая физическая система.

Э. Г. Например, вот горный массив, у него хребет, у хребта контрфорс, и так далее, то есть таких систем очень много. И соответствующий, кстати, математический аппарат приложим и к системам, скажем, связанным с живыми организмами и к системам неживым. Динамика белка может рассматриваться с приложением этого аппарата. И землетрясение в горном массиве тоже, вообще говоря, можно рассматривать тем же способом. Ну, и что касается воспроизведения — это, конечно, существенное свойство живого, но и в неживом мире встречается сколько угодно. Кристаллизация — это тоже воспроизведение, так сказать, одной и той же структуры и так далее.

С. В. Переход систем в коллоидных структурах, когда возникает много подобных элементов из одной структуры, из нескольких структур. Это нормальный физико-химический процесс.

Э. Г. Да, это вообще характерно для природы, какой бы она ни была — живой или неживой. Но все же ответить на вопрос, что является существенно отличным для живого, конечно, было бы очень интересно. И надо сказать, что попытка эта делалась многократно. И все, кто пытался сказать, в чем же особенности живого, приходили к выводу, что очень трудно дать какое-то определение, потому что граница между живым и неживым, она очень, так сказать, нечеткая. Вот чтобы ближе подойти к тому, что я хочу сказать, приведу такой мысленный пример. Если какой-то наблюдатель, скажем, мог бы наблюдать город откуда-то там из космоса, в такой степени, что он способен был различить здания, сооружения, какие-то потоки, но не видел бы людей, он бы сразу понял, что это что-то действующее не по законам неживой природы, и мог бы назвать это живым — какой-нибудь завод, например, где выпускается какая-то продукция. Если не видеть, что там есть люди, значит, это какой-то функционирующий организм: что-то въезжает, что-то выезжает, какие-то опять-таки потоки. Так вот, суть состоит в том, что управляются эти потоки в данном случае людьми. Мы-то знаем, что они управляются людьми. И вот принципиальнейшая проблема, она состоит именно в том, что поведение самого вещества — завода или города — оно не является существенным его свойством. Существенно то, что там есть люди, которые управляют этим процессом. Организм построен таким же способом. В организме те химические реакции, которые происходят, они довольно примитивны. А главное состоит в том, что они управляются молекулой, которая несет инструкцию, как сделать ферменты. А ферменты управляют, как на заводе. Есть некое понимание, исторически сложившееся в качестве логического опыта, как делаются, скажем, красители. Есть люди, это аналоги ферментов, которые знают, как производить какие-то операции. А сами операции довольно простые, подчиняются очень простым законам.

А. Г. Значит, есть информация, есть исполнители и есть процесс?

Э. Г. Да, и есть процесс. И когда мы не видим носителя информации и этих исполнителей даже, у нас возникает ощущение, что мы имеем дело с чем-то очень необычным. Это тривиальные, вообще говоря, вещи. Да оно и понятно, через нас прокачивается масса неживого материала, который становится живым

на время, а потом выбрасывается. И весь секрет-то дела вот в этом управляющем моменте. Вот в этих точках, собственно, все заключено. Есть огромная разница между двумя вещами. С одной стороны сиюсекундная биохимия, простая и примитивная, подчиняющаяся элементарным законам, хотя, конечно, это тоже необратимые процессы, стационарные. Но, тем не менее, это та область, которой занимается линейная термодинамика необратимых процессов. Сравнительно простые, в общем-то, говоря, вещи. И с другой стороны, это элементы, представляющие собой продукт эволюционного упорядочения. Вот поэтому мне кажется, что нельзя определить живое через его свойства, что оно там прыгает, бегают, что его структура такая-то. Живое — это некая сущность, в которой процессы протекают по инструкции, воплощающей вот это эволюционное упорядочение. А само-то это эволюционное упорядочение складывалось миллиарды лет. Вот цена той организованности, которую мы наблюдаем внешне. Цена в этом — миллиарды лет складывалось это упорядочение. А дальше проблема становится, с одной стороны, простой, если сумеешь ответить на один вопрос, хотя ответить на него трудно. Есть ли механизм такого эволюционного упорядочения? В чем состоит механизм эволюционного упорядочения? Мы затрагивали фактически эту тему уже в прошлый раз. Кстати сказать, если опять-таки корреспондировать с одной Вашей беседой, то там один из вопросов состоял в том: что физики, математики сделали для биологии? Надо сказать, что там сделано очень много, начиная с гениальной совершенно брошюры Шредингера «Что такое жизнь глазами физика». Он написал ее раньше, чем Уотсон и Крик сделали свое открытие. То есть раньше, чем, собственно, молекулярная биология как таковая стала осознаваться. Я позволю себе, может быть, необычный реверанс, так сказать, в сторону математиков, и скажу, что в последние приблизительно два десятилетия очень большой вклад в биологию, — по существу ее не затрагивая, — сделала наука, которая называется нелинейной динамикой, или термодинамикой необратимых процессов в нелинейной области. Почему? На самом деле, не так много процессов, вообще говоря, в организме происходит по механизмам, связанным с нелинейной динамикой. Вот сокращение сердечной мышцы, насколько я понимаю, это как раз процесс автоколебаний. И патологии, связанные с работой сердечной мышцы, тахикардия на языке медицины, или фибрилляция — это уже переход в хаотическое движение. Это вещи, которые рассматривает нелинейная динамика, и они, вообще говоря, действительно присущи живому веществу. Они присущи и геологическим процессам тоже, кстати сказать. Есть такие железополосчатые формации, джеспеллиты так называемые. Там, казалось бы, совершенно другая среда, но там тоже есть автоколебания. Автоколебания требуют активную среду. То есть какой-то процесс проходит по среде, который так ее меняет, что тот процесс, который был активным, подавляется и возникает противоположный процесс. Например, реакция Белоусова-Жаботинского протекает так: идет окисление, потом ингибитор подавляет окисление, появляется другой цвет, связанный с восстановлением, и так далее. И с джеспеллитами такая же вещь. Осаждается железо, в результате меняется рН среды, это подавляет осадку окислов железа, появляется кремнезем, кремнезем меняет опять рН и так слой за слоем. Приблизительно то же самое, что реакция Белоусова-Жаботинского, но в геологических условиях. Что мне кажется исключительно интересным

в этом смысле, и что было внесено в биологию? Было показано, что существует возможность упорядочения, связанная с нелинейными процессами. Что в природе, в принципе, есть механизм упорядочения. Мне кажется, что это был очень важный момент.

С. В. Мне кажется, все-таки здесь есть некая суть, от которой мы как-то интуитивно или подсознательно уходим, оставляя ее немножко в стороне. Я вернусь к тому вопросу, а как же все-таки определить, что такое живое и что такое неживое? Есть известная научная байка, которая звучит таким образом. Никто не может определить, что такое жизнь, но каждый отличит живую лошадь от неживой. И это действительно так — определение может идти, во-первых, по пути создания большого пула признаков, можно выделить 5, 7, 10 факторов, которые категорически строго нам определяют сущность биологического материала в его отличии от небиологического материала. В том числе и биохимических признаков. Но на самом-то деле есть некое общее свойство, которое определяет жизнь как некое отличительное состояние вещества по сравнению со всем окружающим миром. На самом деле, это процесс считывания молекулярной информации, в молекулярных формах, с молекулярной матрицы, в режиме умножения, копийности этой матрицы. Вот это, на мой взгляд, самое существенное, когда мы пытаемся отделить реальность биологическую от любого другого физического процесса, в том числе и в примере, блестящем примере, который привел Эрик Михайлович. Действительно, внешне по всем характеристикам большой город мало отличается от нормального большого здорового организма по инфраструктуре, по поведению, по потокам, по проявлению внешнего воздействия на ситуацию. Все-таки в той форме, в которой мы видим жизнь на Земле, есть совершенно однозначная структура, которая является матрицей, носителем информации, является механизмом, который эту матрицу материализует, материализует ее информацию в виде конечных белковых молекул, структур, во всей биологической совокупности всех замечательных организмов, которые мы можем себе представить. Ситуация такова, что никакой другой формы записи информации, которую мы определяем как биологическую, не существует на Земле. Вот мы непрерывно употребляем термин — информация. На самом деле, информация пронизывает всю биологию, начиная с момента записи, репликации — буду употреблять такие не всем понятные термины, — транскрипции, трансляции, возникновения белка. Это такая матричная запись информации, ее экспрессия. Есть еще гигантские информационные потоки, связанные с поведением отдельных клеток в организме. Каждая клетка содержит набор молекулярных рецепторов. Она реагирует на окружающую среду в зависимости от химических сигналов, которые на нее воздействуют. В общем, это одна из принципиальных особенностей системы. Надо сказать, что «информация» — это термин очень широкий, и на самом-то деле зачастую очень слабо определяемый. Классическое определение информации было дано Шенноном в 1948 году. Есть неопределенность поведения системы, которая может быть охарактеризована неким вероятностным фактором. Вот этот фактор легко трансформируется в функцию, которая называется энтропией Шеннона — вероятность, умноженная на двоичный логарифм этой же вероятности. Очень такая своеобразная функция по своему поведению. Информация заключается

в том, что при введении в систему какого-то сигнала или события вероятностная характеристика системы может поменяться. Вот разница между этими состояниями в энтропии — это и есть количественное измерение этой информации.

И действительно, современная молекулярная биология оперирует весьма развитой структурой информационных сообщений, в том числе и в исследовательском плане. Сейчас возникла область под названием биоинформатика, которая складывает фактически все геномы, сравнивает все белки. И пытается построить концепцию, как они друг в друга переходят, откуда они произошли. Это действительно плодотворный подход. В передаче, о которой говорил Эрик Михайлович, мне страшно понравилось, что подавляющее время было потрачено на обсуждение проблемы квантового компьютера. Это действительно одна из реальных задач, сверхзадач современного общества — появление такого рода структуры, безусловно, существенно поменяет наше понимание мира в целом. Потому что все, что мы знаем в настоящее время, в большей степени уже в последние десятилетия, — это продукт эволюции компьютерного мира. И такой скачок, который прогнозируется, он будет весьма существенным, ведь там совсем другие понятия. Определение квантовой информации существенно отличается от классики. Самое главное, появляется новая логика, описание системы и поведение системы. Появляются новые опции, которых современные компьютеры не имеют. И здесь будет, конечно, большущая эволюция.

А. Г. Но квантовый компьютер или нет, важно, какая в нем программа заложена и какая задача перед ним поставлена. Так вот, еще я пытаюсь понять простую вещь, о которой мы так с вами в прошлый раз и не договорились. По имеющейся у нас информации о миллиардах лет эволюции мы можем судить о том, где мы находимся сейчас, насколько можем пойти назад. Приблизительно понять механизм возникновения того, что есть сейчас и того, что было прежде. У нас есть уже материал сравнительный. Но если возвращаться к самому началу эволюции, к тому, о чем мы говорили в прошлый раз, к тому, о чем ожесточенно так спорили вы между собой вчера. Вчера прозвучала цифра 10, если я не ошибаюсь, в 90-й степени, по-моему. Это вероятность считывания РНК информации, состоящей из 150 сегментов в четырехбуквенном алфавите. То есть такое количество вероятностей существует и нужно считать одну для того, чтобы...

С. В. Ну, не считать, а создать прямым перебором, задавая десятисекундный интервал выбора.

Э. Г. Как раз это представляется мне даже до некоторой степени, так сказать, тривиальным сюжетом. Рассматривался вопрос о возможности случайной такой самосборки. И надо сказать, что он рассматривался не напрасно, потому что, если говорить о дарвинизме как о механизме эволюции, он не является механизмом упорядочения, как мы уже говорили. И поэтому при помощи такого подхода нельзя объяснить происхождение жизни. Поэтому последовательные дарвинисты, как, например, Ричард Докинз — это крупнейший вообще философ-дарвинист, американец, — он стоит на такой точке зрения, что сначала было все-таки что-то случайное, была какая-то случайная сборка, пусть не очень сложной системы, ну, в рамках возможной вероятности, а уже затем пошел процесс, связанный с естественным отбором... Правда, случайность эту приходится продлевать до момента возникновения генетического кода, потому что иначе все

равно ничего не получается. А это уже очень маловероятная вещь. Фред Холь, наверное, всем известный астрофизик, он давал такое сравнение, еще более образное. Он говорил, что случайное образование первичной простейшей клетки имеет приблизительно такую же вероятность, какую имеет самосборка Боинга-747 из мусорной кучи. Действительно, вопрос о случайности рассматривался, Вигнер, известный специалист в квантовой механике, делал такие расчеты. Этот вопрос закрыт — случайной самосборки здесь быть не может. И дело в том, что в ДНК записано не то единственное, что возможно, а то, что получилось. Так работает комбинаторика. Есть такая игра — в слова. Когда вам нужно одно слово преобразовать в другое. Для того чтобы одно четырехбуквенное слово преобразовать в другое четырехбуквенное слово случайно, вам нужно порядка четырехсот тысяч переборов. Но если вы закладываете правила отбора, то можете преобразовать это слово в четыре шага. Поэтому здесь совершенно иной механизм заложен. И он является следствием. Он не сам даже важен, а является следствием механизма упорядочения, о котором я продолжаю говорить. Я хочу вернуться — уже используя и то, что Вы сказали, Сергей Дмитриевич, — к моменту, связанному с нелинейной динамикой. Дело в том, что при всей, так сказать, замечательности этой теории она предсказывает возможности упорядочения в смысле когерентного движения каких-то частиц, то есть пространственного упорядочения. А в живом веществе имеет значение только микроскопическое упорядочение. Должна возникнуть микроскопическая структура. Но если она возникнет только микроскопически, цены этому большой не будет. Поэтому должно возникнуть одновременно множество копий. Мне уже приходилось об этом говорить, и я снова хочу сказать, потому что это очень важный момент. Если у нас есть такой механизм, который позволяет произвести микроскопическое упорядочение, а затем увеличить число копий, то мы фактически можем с вами упорядочить пространство, причем на макроскопическом уровне. У меня есть предложение, как это сделать, но я не хочу о нем говорить. Я хочу сказать, что это проблема. Ее, может быть, можно решать не так, как я предлагаю, а каким-то иным способом. Но важно, что это проблема, которую нужно решить. Потому что, если решить проблему макроскопического упорядочения, то дальше у нас открывается возможность из простых молекул сделать нечто сложное. Сергей Дмитриевич совершенно правильно говорил о некоей матрице, которая управляет дальше всем процессом. Но ее надо создать. Вот все дело в том, как подойти к этой матрице.

А. Г. Вот здесь вы и расходитесь, по-моему, принципиально в отношении к созданию этой матрицы.

Э. Г. Я бы не сказал, что это принципиальное расхождение. Это непринципиальное расхождение.

С. В. Знаете, я все-таки еще раз подчеркну, что этот разрыв между простыми молекулами и информационными молекулами, он не может быть преодолен, на мой взгляд.

Э. Г. Тогда Вы правы (обращаясь к А. Гордону).

С. В. Он не может быть преодолен простыми системами. Ну, представим себе, что действительно может возникнуть предельно сложная молекула из простых структур — молекула АТФ, как Эрик Михайлович вполне конкретно это представляет. Но молекула АТФ это несчастная молекула. Она находится под

прессингом, гигантским прессингом окружающей среды, при нормальных температурах она аннигилирует, она исчезнет. Необходим механизм, который бы этих молекул создавал миллиарды. Необходим баланс между их синтезом и распадом. Вот тогда возникает некая стационарная форма вещества, которая может быть использована для дальнейших построений.

Э. Г. Конечно, Сергей Дмитриевич, об этом речь и идет.

С. В. Для того, чтобы построить реальный генетический код, нужно уйти от молекулы АТФ еще по крайней мере на три других молекулы, тогда у вас получается четырехбуквенный код. Мысль свою сформулирую еще раз. Значит, это не просто, значит, известный разрыв в представлениях есть. Как он может быть ну как-то хотя бы мысленно преодолен? Современные знания химических процессов, они достаточно глубоки. Вообще, в принципе, можно было бы построить полную схему создания такого рода структур со всеми их свойствами, которые мы могли бы заложить, с учетом гигантского фактора, который называется скорость процессов. Процессы не реализуются в значительной степени потому, что они обладают чрезвычайно малыми скоростями. Я думаю, что на этом пути, наверное, может быть привлечена некая новая концепция, которая сейчас в конкретной химии активно применяется — комбинаторная химия. Если задать свойства, тогда вы можете попытаться это хорошо сформулировать, отобрать молекулы селективно, в большой совокупности.

А. Г. То есть установить правила те же самые.

С. В. Установить эти правила. Задача, в принципе, могла бы таким образом быть поставлена, но до настоящего времени такого стопроцентного пути мы не видим. Это с одной стороны. А с другой стороны, как только мы начнем это построение, мы столкнемся все-таки с гигантскими проблемами. Например, перехода от отдельных молекул к популяции. Если вы создаете отдельную молекулу с выходом 90 % на каждой стадии и в конце концов получаете выход около 20 % — это в некоей отдельной совокупности пространства, в отдельной точке. Но вам надо иметь процесс, он должен быть детерминирован. Это не случайное событие. Значит, вы должны создать миллиарды таких точек, в которых должна идти реакция.

А. Г. У Эрика Михайловича есть ответ на этот вопрос, по-моему. Но прежде я Вам задам вопрос вот какой. Если вероятность самосборки Боинга из кучи мусора равна приблизительно вероятности случайного возникновения жизни на таком ограниченном пространстве, как планета Земля, за столь ограниченное время, как 15–20 миллиардов лет — а учитывая возраст Земли и Солнца, и того меньше, — то какова вероятность самосборки квантового компьютера в неживой природе? Это то, на чем мы закончили в прошлый раз, что было нечто, с Вашей точки зрения, механически существующее в неорганической природе, несущее в себе определенную информацию, тот самый код, который мог быть спроецирован на уже существующую биомассу, скажем так.

С. В. Я попробую ответить на этот вопрос. На самом деле концепция самопроизвольного упорядочения структур, по-видимому, является некоей довольно общей концепцией. Вопрос заключается в том, можем ли мы себе представить — не нарушая существующих физических законов — возникновение организованных структур в режимах, существенно отличных от наших земных? Можем ли

мы себе представить возникновение, самосборку и эволюцию системы, которую мы называем «компьютером», не добавляя слово «квантовый»? В принципе здесь есть только один фактор, который может быть при этом существенным — при сравнении перехода от мусорной кучи к Боингу. Скорости процессов, связанных с электронными переходами, они несоизмеримо выше, чем скорости молекулярных процессов.

А. Г. Химических реакций?

С. В. И химических реакций. Этот фактор, его можно оценивать в разные величины. Но грубая оценка показывает, что это порядка 10^8 , 10^{10} раз. Это существенный фактор.

А. Г. Но это не 10^{90} , конечно.

С. В. Конечно. Но это вопрос о скоростях. И это, может быть, единственное существенное отличие, которое переводит возможность формирования самоорганизованных структур от молекулярного уровня на электронный уровень. Особенность ситуации в том — я еще раз подчеркну, — что мы очень слабо знаем свойства материи при критических, при низких температурах. Те свойства, которые мы знаем, они настолько оригинальны и настолько вообще вызывающе, интригующе привлекательны, что, конечно, можно думать, что такого класса структуры есть. Вот я недавно прочел замечательную книжку Владимира Яковлевича Белокурова с соавторами, которая называется «Компьютерная телепортация или обыкновенное чудо». Вот там как раз проблема такого квантового компьютера обсуждается начиная со времен острой дискуссии 20–30-х годов прошлого века, которая была при становлении квантовой механики. Оказывается, уже в 1936 году Нейман предсказывал, что возможно возникновение совершенно неординарных информационных систем, систем трансформации, преобразования информации. И в 70-х годах это было довольно сильно развито.

А. Г. Одну секунду. Просто я пока очень смутно себе представляю... Как бы точнее сформулировать-то? Мне хотелось бы узнать побольше о том, как это возможно, какие процессы должны происходить, что должно произойти для того, чтобы такой компьютер не просто был создан и не просто работал, но был в состоянии транслировать информацию, передавать ее...

С. В. Я хотел бы подчеркнуть, что этот подход, он, в общем, в широком смысле равноценен подходу молекулярного возникновения.

А. Г. Но с большей вероятностью?

Э. Г. Ни в коем случае не с большей вероятностью.

С. В. Они имеют приблизительно одинаковую доказательность.

Э. Г. Возражение состоит в том, что это абстрактная идея. Во-первых, в науке принято, высказав идею, сказать, как ее можно проверить. Я вот не вижу, каким образом такую идею можно проверить. В это можно, скажем, верить.

С. В. Ну, кстати, трудно проверить и возникновение молекул ДНК в предбиологической эволюции.

Э. Г. Нет, тут как раз можно предложить совершенно определенные вещи, как это можно проверять, если правильно представлять себе сам механизм. То есть можно записать соответствующий алгоритм, в котором можно это сделать. А гипотеза Сергея Дмитриевича, конечно, сама по себе является некоей чисто

воображаемой конструкцией. Она единственное имеет обоснование в том, что ей не противоречат какие-то физические принципы. При абсолютном нуле, когда энтропия действительно равна нулю, да, можно конструировать это. Но это просто фантазия сама по себе, основанная на некоей, так сказать, реальности. Проверяемых вещей я здесь не вижу. И тут масса возникнет вопросов. Понимаете, во-первых, должна быть система передач. Нужно чтобы такая передача существовала, а мы, надо сказать, проводим мониторинг уже в течение 40 лет всех сигналов, которые приходят и ничего не обнаружили. Это должен быть такой сигнал, который настолько силен и настолько определен, что способен производить организацию вещества — что мы в состоянии были бы, безусловно, регистрировать. Значит, этого нет. Кроме того, ведь проблема, Сергей Дмитриевич, самая главная состоит в том, что у нас должно быть единство процесса зарождения и процесса эволюции. Потому что в процессе эволюции тоже масса проблем, которые нерешаемы. Вот мы говорили о том, что есть части, которые тогда только имеют свой смысл, когда они представляют работу всего целого. А в отдельности они своего смысла не имеют, поэтому они непроверяемы.

С. В. Проблема неуменьшаемой сложности системы.

Э. Г. Да, можно так сказать. Но эти проблемы эволюционные, они преодолимы, в свою очередь, если мы стоим на базе некоей концепции упорядочения, которая действует постоянно, начиная от уровня простых молекул и кончая какой угодно сложностью. Потому что механизм воплощения этого упорядочения все время сохраняется. А в вашей гипотезе внешний фактор должен постоянно следить за тем, чтобы дело шло таким образом, как он наметил.

А. Г. Но здесь можно провести аналогию с автомобильным двигателем. Например, вам нужен аккумулятор только для того, чтобы включить зажигание. Дальше двигатель работает на другом горючем. Может быть, и здесь то же самое, необходим запуск, момент.

Э. Г. Но у нас много в дальнейшей эволюции моментов, когда мы вновь должны обратиться вот к этому упорядочению.

С. В. Машина могла остановиться, ее опять надо завести.

Э. Г. И потом, знаете, есть принцип Оккама. Что проще: воображать себе какой-то, в общем-то, совершенно непостижимый агрегат, насчет которого может быть поставлена масса проблемных вопросов, или все-таки говорить о том, что отнюдь не является никакой фантазией? Это достаточно сложные вещи, их, наверное, нужно корректно излагать. Наверное, здесь есть вопросы, которые можно решать. Но ответы должны находиться на базе нашего знания. В отношении аденозинтрифосфата, скажем, у Вас есть определенное возражение. Но, во-первых, это не молекула упорядочения, это топливо. Это предпосылка просто. Это то, что необходимо для того, чтобы система упорядочения действовала. Потому что на самом деле речь идет о том, что называется диспропорционированием энтропии. При диспропорционировании энтропии разрешено уменьшение энтропии, то есть, иначе говоря, упорядочение, а упорядочение — это некое ограничение свободы взаимодействий, некая возникающая предписанность поведения. Вот эта предписанность поведения достигается при диспропорционировании энтропии. Это возможный процесс? Возможный. Физика его не запрещает. Он вполне возможен. Чтобы это произошло, чтобы это

эволюционировало, нужны простые вещи, потому что мало один раз получить результат, должна быть стационарная система. Это возможно? Возможно. Необратимая реакция возможна? Сколько угодно. Нужно, чтобы была такая реакция, которая приносит негэнтропию в эту систему — вот аденозинтрифосфат этим и занимается. Энергия должна быть, потому что иначе стационарная система не будет двигаться. Это тоже возможно. Поэтому аденозинтрифосфат это есть лишь только условие того, чтобы такой микроскопический механизм упорядочения — микроскопический, что очень важно, а не пространственный — чтобы он заработал. Возможно это? Я не вижу здесь никаких физических противоречий. Теперь, вы говорите: аденозинтрифосфат — это не очень устойчивая молекула. Да, она не везде устойчивая молекула. Но если вы ее посадите на пленочку, это будет устойчивая молекула. Она и так, вообще-то говоря, все-таки несколько часов вполне живет и даже в водной среде с ней ничего такого не произойдет. То есть это не виртуальная совершенно вещь.

С. В. Я все-таки считаю, что концепции, которая излагается, не хватает, на самом деле, хорошего кинетического анализа, кинетической проработки с точки зрения реальных скоростей процессов.

Э. Г. Вот тут я с Вами совершенно согласен, потому что Вы крупнейший специалист у нас в стране как раз в области кинетики ферментативных реакций и я двумя руками готов за Вас держаться, чтобы мы с Вами вместе попытались эти вопросы разрешать. Но Вы должны тогда оставить Вашу любовь к этому компьютеру...

С. В. О, нет. Я считаю, что все-таки, поскольку проблема не решена, значит, она не проста. А раз она не проста, должна быть совокупность новых идей, которые попытались бы на нее посмотреть совершенно с другой точки зрения. Эта гипотеза мне нравится...

Э. Г. Здесь я совершенно с Вами согласен...

С. В. ...потому что в ней есть некий элемент новизны, который что-то, когда-то внесет в эту проблему.

Э. Г. С этим я совершенно согласен, потому что это обычное явление в науке. Когда есть разные точки зрения, значит, проблема не решена. Когда проблема решена, обсуждение с разных точек зрения прекращается.

С. В. Могут быть разные точки зрения на одну проблему, решенную, так тоже часто бывает.

Э. Г. Нет, это уже, как правило, идет от недостаточного знания. Я могу привести Вам примеров из геологии сколько угодно. Такая наука, в которой очень часто говорят, вот, этот автор имеет такую точку зрения, этот автор имеет такую точку зрения, геология вообще такая наука, где очень трудно разобраться с проблемой.

С. В. Так вот я хочу вернуться к скоростям. Невозможно представить себе систему с временем жизни, ну, порядка трех часов, ну, десяти часов. А это реальное время жизни АТФ в водной среде или даже в частично гидрофобной среде. Это такая довольно полярная молекула, с временем синтеза, составляющим полгода.

Э. Г. Почему? Где, какие полгода?

С. В. Я привел в прошлый раз пример, который могу повторить...

Э. Г. Нет, Сергей Дмитриевич, вы в прошлый раз привели этот пример. Но дело в том, что не нужно требовать сразу от эволюции каких-то, так сказать, фантастических достижений.

С. В. У меня есть предложение...

Э. Г. Речь идет о простом. У вас есть источник энергии. У нас таких реакций, так сказать, полно, когда у нас есть определенный элемент конъюгации между двумя реакциями. Одна реакция обеспечит течение другой. В данном случае АТФ обладает абсолютно всеми качествами, чтобы любая реакция рядом с ней пошла, причем очень быстро.

С. В. Вот тут все непросто...

Э. Г. Почему? Нам же не нужно создать фермент сразу! Нам нужны простые вещи. Нам нужно, чтобы соединились две молекулы, которые и без этого-то, вообще говоря, могут соединиться спокойно. Только здесь они соединяются благодаря тому, что находятся в этой упорядочивающейся структуре, а не просто так. Аминокислоту создать? Какая проблема аминокислоту создать? Кстати сказать, это тоже имеет отношение к ответу на Ваш вопрос. О том что это должны быть миллиарды молекул. Конечно, они так и создаются. Чуть-чуть, если позволите, отходя в сторону. Где-то в 1950-е годы это было большой сенсацией. Тогда были опыты Миллера и Юри, которые получили в разрядах аминокислоты. Ну, потом у Ора были опыты, он аденин получил таким образом и так далее. Вот. Тогда вообще казалось, что чуть ли не проблема происхождения жизни решена. Потому что как же, оказывается, такие органические молекулы могут возникать? Но они действительно возникают очень легко в конце концов. Очень незначительные для этого нужны взаимодействия. И мы можем сегодня говорить о том, что органический фон, который был на Земле в момент, когда мы представляем, так сказать, вопрос о происхождении жизни, он был достаточно высок. Он был просто достаточно высок. Я вам больше скажу, может быть, это тоже интересно. Дело в том, что ведь сегодня очень много известно об образовании Солнечной системы, очень много. Существенно больше, чем совсем недавно это было известно. И в частности, становится приблизительно понятно, как, вообще говоря, все это происходило. Когда произошел коллапс, в результате которого возникло Солнце. И затем на некотором расстоянии вследствие неустойчивости возникло то, что потом стало планетами. Мощный ветер, который связывают с так называемой фазой Т-Таури, он выдул вещество из внутренней части Солнечной системы на периферию. Вот Юпитер, почему он такой огромный? Да потому что он стал на себя собирать водород на периферии Солнечной системы, куда солнечный ветер выдувал летучие вещества из внутренней части... А летучие вещества, кстати сказать, они основные. Водород вообще составляет 95 % вещества в Солнечной системе, дальше идет гелий, и 1 % приходится на все остальное. В этом одном проценте еще сидит кислород воды, углерод, аргон. Это все летучие вещества, все мгновенно испаряется, стоит только нагреть. И в результате на расстоянии ближе к Солнцу — это Меркурий, Венера, Земля, Марс — возникли такие голенькие, каменные планеты, без атмосферы, без океана.

С. В. Могу я задать вопрос в этой связи? Вы считаете, что возникновение жизни по тому пути молекулярному, который мы с вами имеем, — это специфика Земли?

Э. Г. Это очень интересный вопрос...

С. В. Или все-таки есть некая общая тенденция, и есть некий общий процесс, который мы, может быть, еще до конца не понимаем, который зарождает подобные формы полимерных молекул, может быть, на другой основе, в других химических условиях, из других химических кирпичей?

Э. Г. Вы знаете, Сергей Дмитриевич, фактически у Вас несколько частей в вопросе. Правда, ведь? И он очень интересен. И я думаю, что мы с Вами его сейчас обсудим. Но я хочу закончить иллюстрацию одной мысли, которую я не договорил. Вот, значит, у нас остаются эти каменные, силикатные планеты, которые лишены воды и атмосферы. Так не считали раньше. Считали, что фактически в результате дегазации вещества формируются океан, атмосфера и так далее. Получается океан. И это океан сплошной воды. И вот в этом океане должна начаться как-то жизнь. Все будет очень разбавлено, прежде всего. Даже если какая-то органическая молекула появится в этом огромном океане, раствор будет слишком разведенным.

А. Г. Говорили о кооцерватном бульоне даже.

Э. Г. Кооцерватный бульон предполагает высокую концентрацию органических соединений. Пусть они образуются, в грозах, например. Но при этом же у вас огромный массив воды. Это сегодня у нас в каждом миллилитре — сантиметре кубическом...

С. В. Десять в третьей...

Э. Г. ...десять в третьей степени микроорганизмов, а тогда все было абсолютно стерильно. И поэтому разведение было очень большое. Так считалось. Так вот, сегодня геохимия говорит, это было не так. Сначала воды не было. И только на заключительной стадии формирования планеты на Землю стало выпадать вещество типа комет и углеродистых метеоритов, их называют углистыми хондритами. Как это произошло? Летучие вещества были сдвинуты на периферию. На Юпитере уже было много водорода, но еще в промежутке между Марсом и Юпитером пыталась сформироваться планета, которой не удалось это сделать, потому что Юпитер ее все время, так сказать, приливными силами громил. И там сформировалась масса, богатая летучими веществами. До нас дошли остатки этого вещества. Это углистые хондриты, это кометы. Сегодня мы знаем состав комет. Они состоят главным образом из воды и органических соединений. Они выпадали на землю. Это было вещество, в котором вода и органические соединения находились чуть ли не в соизмеримых пропорциях. То есть это с самого начала был вот тот самый...

С. В. Крутой бульон.

А. Г. Замороженный, а потом подогретый.

Э. Г. Замороженный в космических условиях перед тем, как он выпал. Что происходило после выпадения? Эта проблема исследовалась. Какая-то часть уничтожается в результате ударов, но при этом до 30 % сохраняется. То есть это изначально довольно высокий фон органических соединений. Кроме того, в этих органических соединениях преобладают такие молекулы простые — я уже говорил об этом, — как цианистый водород, формальдегид, которые очень легко, если есть соответствующие условия и механизмы, могут дать составные части

аденозинтрифосфата. Там есть своя проблема. Есть такой Шапиро, американский ученый, который, кстати сказать, противник РНК-гипотезы...

С. В. Пожалуй, самая приличная гипотеза, которая существует сейчас.

Э. Г. Да. При этом его возражения против РНК-гипотезы относятся и к аденозинтрифосфату, по сути дела. Там тоже сахарная группа, та же самая рибоза, но в РНК только, помимо аденина, существуют еще урацил, гуанин, цитозин, то есть другие нуклеиновые основания. Удивительно и символично, что и РНК и аденозинтрифосфат сделаны из тех же блоков. Это очень интересно. Из тех самых простейших блоков, которые так легко, вообще говоря, возникают. Но Шапиро как раз критиковал саму эту возможность. А я в прошлый раз рассказывал, как можно это преодолеть, если разделить среды, в которых образуются сахара, то есть рибоза в воде, и аденин в атмосфере.

С. В. Не хватает, на самом деле, некоей цели в этой структуре.

Э. Г. Цель есть. Упорядочение.

С. В. Должна быть молекулярная цель, которая могла бы быть физически реализована в молекулярных структурах.

Э. Г. Сергей Дмитриевич, я не понимаю, почему Вы не воспринимаете, я бы так сказал, главную мысль, которую я все время хочу навязать, если хотите, Вам. А именно, что у вас есть механизм упорядочения, у вас есть механизм, при помощи которого вы ставите нечто в соответствие, вы предписываете поведение. Понимаете?

С. В. Понимаете, молекулярной структуры, молекулярного механизма нет.

Э. Г. Есть.

С. В. Есть гипотетическое представление, как этот механизм может возникнуть и как он работает. Это все-таки гипотеза.

А. Г. Я бы хотел понять, как в эту гипотезу упорядочения...

С. В. Давайте говорить «упорядочения», все-таки.

А. Г. Нет, я принимаю термин создателя гипотезы, поскольку все генетики говорят «дрозофилы», хотя правильно говорить «дрозофилы». Нет, я думаю, что мы так и будем продолжать говорить. Все-таки ответим на вопрос, какими образом ваша гипотеза вписывается в нарушение второго закона термодинамики, необывания энтропии? Может быть, это и есть цель? Ведь сама идея упорядочения, — все-таки будем ваш термин применять, — это прямое противоречие растущей энтропии. То есть это энтропия сокращающаяся. И второй вопрос: существуют ли сегодня на Земле условия, при которых эволюция могла бы пойти параллельным путем, еще одним?

То есть может ли снова на Земле сегодня зародиться жизнь? Возможна ли параллельная эволюция? Вот, собственно, эти две темы, которые мы хотели бы обсудить.

Э. Г. Первый вопрос, он достаточно фундаментален, конечно. Но на него есть сравнительно простые ответы. Потому что действительно стратегическая линия эволюции вещества — это эволюция в сторону разупорядочения. То есть роста энтропии. Но дело в том, что второй закон термодинамики не запрещает, в принципе, возможность упорядочения, если это упорядочение сопряжено микроскопически, то есть локально, с разупорядочением. Причем, вот дельта-S

упорядочения будет уступать дельте-S разупорядочения. То есть суммарно все равно разупорядочение.

А. Г. Все равно энтропия будет расти.

Э. Г. Да, это называется открытой системой. Очень важно, что это должно быть рядышком. Это не так, что в одном месте что-то упорядочивается, а в другом будет разупорядочиваться. Это сопряженные процессы.

А. Г. На малых расстояниях и все равно с увеличением энтропии.

Э. Г. Да, и суммарно с увеличением энтропии. Это вполне возможно. Собственно говоря, жизнь это и использует. Такой механизм не так прост. Механизм возникновения такого локального упорядочения не вызывает никакого сомнения. Проблема состоит в эволюции: как происходит шаг за шагом это движение в сторону упорядочения вещества. Вот этот механизм нужно правильно описать.

А. Г. Причем это универсальный механизм и на любом этапе развития живого.

Э. Г. Для всего живого, да. И он универсален был в момент зарождения, в момент, когда из простых молекул начали собираться сначала какие-то мельчайшие полимеры, потом полимеров стало вокруг довольно много. Эти полимеры обладают определенными каталитическими свойствами, что означает упорядочение. Потому что, что такое упорядочение? Что такое катализ? Это предписанность. Это предписанность определенной реакции, селективность. Вот эта селективность, она свойственна катализаторам. Их появилось много, но я уже говорил, что упорядочение для того, чтобы оно закрепилось пространственно, должно сопровождаться тем, что я называю итеративностью, то есть воспроизведением множества копий. Два фактора характеризуют процесс упорядочения. И если они действуют, эти факторы, если есть машина, которая позволяет это делать, то тогда процесс пойдет в сторону упорядочения.

А. Г. Буквально вчера мы узнали, что квантовая механика, вообще, грубо говоря, запрещает копирование. Абсолютное копирование, абсолютное самовоспроизведение квантовой механикой не описывается.

Э. Г. Нет, она это не запрещает, она не разрешает это делать абсолютно точно.

С. В. Системы могут обмениваться информацией, но не могут копировать информацию.

Э. Г. Здесь большой проблемы нет, потому что некоторое отличие не играет здесь роли. Больше того, вообще говоря, организм и биологические процессы в целом, они крайне неточны.

С. В. На самом деле действительно это так.

Э. Г. Все время происходят определенные неточности.

С. В. Вот удивительная ситуация с молекулами белка. Каталитической функцией обладает чрезвычайно маленькая доля молекулы белка. Можете поменять три четверти, иногда 90 процентов молекулы белка, не меняя, фактически, каталитических свойств белка. Хотя белок будет совершенно другой по своим химическим характеристикам, по физическим характеристикам. Поэтому, конечно, стопроцентного копирования не происходит ни в чем. Классическое утверждение, что нельзя войти дважды в одну и ту же реку, здесь проявляется в молекулярной интерпретации.

Э. Г. Мы не успеем поговорить о конце света.

С. В. Успеем?

А. Г. Ну, раз обещали...

С. В. Давайте, я все-таки отвечу на вопрос: могут ли зародиться в наше время некие формы жизни, могут ли они существовать? Если исходить из концепций, которых придерживается Эрик Михайлович, то в принципе могут, но ему, этому самому процессу не хватит: во-первых, времени — нужно иметь очень большое время для того, чтобы эти первичные процессы закончились и реализовались; во-вторых, нехватка материала. Потому что современная биологическая жизнь безобразно мощна. Уже приводилась цифра, что в каждой молекуле воды 10^3 живых организмов в виде клеток. Вот мы такие, значит, красивые сидим в замечательной студии, а на каждом из нас — 10^{12} штук микроорганизмов, это, в общем, страшно большая популяция. Вообще, мир в целом, конечно, создан не для человека, а для микробов. И это, конечно, не позволит за ограниченное время создать новые формы информационных молекул, процесс считывания, процесс катализа, процесс репликации, экспрессии всего этого.

А. Г. Потому что материал уже используется существующей жизнью.

С. В. Вторая половинка этого вопроса выглядит следующим образом. Конечно, зарождение жизни в новых формах — это не просто возможно, а это сейчас идет. Вот, например, у меня есть проект постгеномной химии, суть проекта заключается в следующем: а можно ли построить, например, белки — главную суть нашего существования — не из тех двадцати природных аминокислот, которые мы имеем, а из химически совсем других структур, совсем других кирпичей? Это в принципе позволяет гигантским образом расширить возможные варианты структур, и следствием, конечно, будет некая новая форма. Даже клетки существуют — это реальные эксперименты, — в которых, например, 40 % нормальных аминокислот заменены на их аналоги.

А. Г. Неземные клетки?

С. В. Нет, это наши реальные земные клетки, они имеют генетическую информацию и экспрессируют, но они построены из другого материала. Это уже не природная, нормальная биологическая жизнь, это нечто другое. Итак, весьма вероятно такая химическая модификация самого генетического материала, переход на новые элементарные структуры. Но здесь, обращаю внимание, все-таки играет роль не самопроизвольное возникновение, а возникновение направленное на основе той гигантской информации, которую мы с вами уже имеем и которой можем манипулировать более или менее осознанно.

И процесс идет. Это уже вопрос эволюции и вопрос взаимоотношений этих систем с реальным биологическим миром.

Э. Г. В этой связи, знаете, интересно еще вот что. Действительно, когда человек свой опыт и знание в состоянии приложить к созданию новых форм, он может создать нечто несвойственное природе. Но мне хочется обратить внимание вот на такую вещь, потому что иногда появляются фантастические гипотезы, такие, скажем, как жизнь на других планетах на основе кремния. Мне кажется, здесь на самом деле существует удивительная предопределенность пути. Потому что, если мы возьмем просто химические элементы, то только углерод является тем элементом, который обладает свойствами, способными самопроизвольно создать скелет первоначальных полимерных материалов.

С. В. Мне кажется, Вы немножко преувеличиваете значение углерода.

Э. Г. Нет, нет, если вы возьмете кремний, скажем, у него очень высокое сродство с кислородом — в природных условиях вы не сможете сделать кремний-полимер, а искусственно сможете.

А. Г. В природных условиях Земли?

Э. Г. Земли или любых иных миров. Только углерод обладает этими свойствами, только водород обладает возможностью создать водородную связь и так далее. То есть сценарий возникновения жизни очень сильно предопределен...

С. В. Вот это вопрос, который я и пытался Вам задать.

Э. Г. ...Да, жизнь возникает очень определенным образом. Я сейчас хочу продолжить дальше. Понимаете, у той молекулы, которая в состоянии организовать работу ячейки упорядочения, тоже, вообще-то говоря, не так много возможностей, потому что в космосе создаются цианистый водород, формальдегид, только из них возможен аденозинтрифосфат и так далее. Дальше перед нами следующий вопрос.

Создаются первые полимеры, а что является на пути упорядочения самым лучшим полимером? Аминокислоты, цепочки аминокислот, пептидные связи, потому что они обеспечивают наилучшую селективность, наилучшим образом предписывают поведение. Именно на их основе произвольно, самопроизвольно может возникнуть жизнь. Что является наилучшими структурами для самовоспроизведения? Это нуклеиновые основания. Лучше ничего нет, чем нуклеиновые основания для того, чтобы самовоспроизводиться.

С. В. Лучше ничего нет, потому что это существует, да?

Э. Г. Потому что это существует!

С. В. Потому что мы знаем, что это существует?

Э. Г. Совершенно верно. Мы уже сегодня можем сделать нечто такое, что обладает этими же свойствами. Мы можем по-другому, искусственно создать соответствующие связи, воспроизведение и так далее. Но природа располагала этим путем и она могла идти только этим путем.

А. Г. Земная природа?

Э. Г. Нет. Вот я тут и хочу сказать, что удивительно. Если бы вдруг нас посетило существо с других планет, мы бы поразились тому, насколько оно похоже — не морфологически, а структурно на нас.

С. В. По биохимии.

Э. Г. По биохимии. Там были бы ферменты, а я абсолютно в этом убежден, там были бы ферменты, сложенные цепочками аминокислот, там была бы информационная молекула на основе РНК и ДНК — потому что ничего лучшего природа самопроизвольно найти не может.

А. Г. Мы же с Вами уже условились, что о самопроизвольном возникновении мы даже не говорим, не рассматриваем эту теорию, потому что времени не хватило бы элементарно.

Э. Г. Здесь самопроизвольность другая, это предопределенность...

С. В. Самопроизвольность неслучайная и не статистически на хвостах распределения невероятных событий.

Э. Г. Нет, речь идет не о случайности, не дай Бог, речь идет о том, что двигаясь по линии упорядочения, природа могла бы создать только так. Это однообра-

зие, оно может быть характерно и для других планетных систем. Тот процесс, который я описывал — возникновение звезды, затем возникновение планет, солнечный ветер, который выдувает вещество, некая планета, которая находится в оптимальных условиях, как наша Земля, — это тоже в значительной степени предписанный процесс. Конечно, там могут быть разные варианты, в зависимости от массы звезды и прочих вещей, но в принципе эволюция все время идет по какой-то предопределенности, и это очень глубокая предопределенность.

А. Г. По очень узкому коридору предопределенности.

С. В. Мне кажется, Вы немножко себе противоречите. Если существует довольно серьезный глобальный закон упорядочения молекул в процессе эволюции, если этот закон всеобщий, то с точки зрения химии нет реальных запретов на создание полимеров на другой основе, на создание высокоэнергетических молекул на другой основе, на создание кооцерватных капель, отделяющих пространство и создающих суть жизни. Потому что, ладно, нет жидкой воды, например, но есть жидкий CO_2 — условно говорю...

Э. Г. Нет, жидкий CO_2 не будет обладать полярностью. Там есть такие ограничения, которые не преодолеешь.

С. В. В чем суть современного состояния нашего общества? Человек способен насинтезировать и реально синтезирует бесконечное количество молекул, которых в природе просто не могло существовать и не может существовать. Химическое разнообразие молекул в миллион раз превышает разнообразие реальных биологических структур на основе углерода, азота, фосфора... И не допускать возможности этому бесконечному разнообразию самоорганизовываться — означает, что внутренняя концепция разрушается.

Э. Г. Вы правы, только Вы вообразите себе следующее: мы с вами — тоже продукт эволюции, только наша способность вовлечь в этот процесс самоорганизации материю, приходит очень поздно, вот в наше с вами время, то есть четыре миллиарда лет спустя. А вначале все это могло идти только так, как шло и очень простым способом, и только к сегодняшнему дню жизнь через нас достигла новых возможностей самоорганизации... Потому что мы с вами всего лишь органические носители эволюции, ничего более, не боги.

С. В. Мне кажется, Вы как-то природу лишаете ее мощных внутренних возможностей.

Э. Г. Нет, все идет своей последовательностью. Сначала должно было быть все очень просто, а просто могло быть только так, как шло. А потом стало сложнее, потом больше стало возможностей, потом мы достигли уровня сложности сегодняшней жизни, потому что мы с вами все те же самые органические молекулы, но уже добравшиеся до таких высот эволюции, когда мы можем упорядочение внести в огромную массу вещества: вот эти здания из камня, например, которые мы выстроили вместо клеточных структур, — и это все жизнь, это все эволюция продолжающаяся. Когда мы рассуждаем о том, что мы это можем сделать, это просто говорит о том, что эволюция в конечном счете привела к этим возможностям. Но она никогда не могла с этого начаться.

С. В. Вы опять рассматриваете довольно узкий диапазон возможностей, связанных с земными реалиями, которые наверняка довольно хорошо известны.

Э. Г. Вы в этот компьютер сейчас хотите опять, как в раковину, уйти?

С. В. Нет, я просто хочу сказать, что возможности создания самопроизвольных химических структур гораздо выше возможностей реально существующего нашего биологического мира. Подчеркну еще раз, что уже сейчас человек создал, — возьмите любой журнал органической химии, — гигантское количество структур, заметно превышающее существующие в природе. Причем это структуры не только на основе углерода, это кремний, это фтор-органика, это бесконечное количество металлоорганических соединений. Лишать природу возможности самоорганизовываться на основе других материальных носителей — это очень сильный тезис. Мне кажется, что Ваша концепция была бы гораздо более стройна, если бы Вы сказали: да, возможно существуют некие условия, в которых в силу физических факторов из других молекул, из других химических объектов могут быть построены информационные молекулы, могут быть построены катализаторы, которые сами из себя потом могли бы создать формы жизни. Но это будет совсем другая жизнь.

Э. Г. Это невозможно именно в силу самого главного принципа, принципа ограничения свободы взаимодействия, потому что упорядочение — это ограничение, поэтому самое главное — это несвобода возможностей. То, о чем Вы говорите, — это фактически отсутствие ограничений во взаимодействии: и так можно, и эдак. Если вы хотите взять в руки механизм предписаний, ограничений свободы, то он вас поведет тем путем, о котором я говорил, другого пути у него нет. И только в конечном счете мы пришли к нашим сегодняшним «неограниченным» возможностям.

Сергей Дмитриевич, я хочу предложить в заключительной части вопрос о том, почему сказанное мной имеет отношение к ограничению жизни в биосфере.

С. В. Вот сейчас мы пойдем, будет ли конец света?

Э. Г. Я одну очень короткую хочу вещь сказать.

А. Г. К сожалению, мы не успеем понять, будет конец света или нет, потому что у нас будет конец передачи.

Э. Г. Все к лучшему, в конце концов!..

С. В. Не дали нам дойти до конца света, ай-я-яй!..

А. Г. Ну, конец все-таки есть, раз...

Э. Г. Нет, нам не удастся договорить никак.